



Minna Saastamoinen

Viemäriverkostoa ja sen ympäristöä koskevien tietojen hyödyntämismahdollisuudet

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 12.2.2015

Valvoja: Professori Riku Vahala

Ohjaaja: Diplomi-insinööri Tuija Laakso

Tekijä Minna Saastamoinen

Työn nimi Viemäriverkostoa ja sen ympäristöä koskevien tietojen hyödyntämismahdollisuudet.

Laitos Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka

Professuuri Vesihuoltotekniikka

Professuurikoodi Yhd-73.

Työn valvoja Professori Riku Vahala

Työn ohjaaja(t) Diplomi-insinööri Tuija Laakso

Päivämäärä 12.2.2015

Sivumäärä 55+7

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Työn tavoitteena oli tutkia erilaisten tietolähteiden ja tietojen hyödyntämistä viemäriverkoston kuntotutkimusten, saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa ja erityisesti hule- ja vuotovesien määrän vähentämisessä. Tutkimuksessa haastateltiin viiden eri vesihuoltolaitoksen edustajaa. Haastattelumenetelmänä oli teemahaastattelu. Vesilaitosten haastatteluteemat liittyivät viemäriverkoston hallintaan. Työssä laadittiin kirjallisuuden ja haastatteluiden perusteella kooste koskien tietojen tallentamisen ja käytön hyviä käytäntöjä.

Vesihuoltolaitosten toiminnasta kertyy monenlaista hyödyntämiskelpoista tietoa. Vesilaitoksella olevia tietoja ovat verkoston perustiedot, jätevesivirtaamatiedot, vedenkulutustiedot, ilmenneet häiriöt, viemärikuvaustulokset, kunnossapitotiedot, asiakasvalitukset ja muut, kuten esimerkiksi asentajien, havainnot. Saatavilla on nykyään runsaasti myös ns. avointa paikkatietoa. Tiedot tarjoavat paljon mahdollisuuksia viemäriverkoston hallinnan parantamiseen.

Kirjallisuustutkimuksen perusteella eri tietojen avulla voidaan arvioida vuotovesien määrää, mallintaa häiriöitä ja putkiryhmien kunnon kehittymistä sekä löytää tekijöitä, jotka vaikuttavat häiriöiden syntyyn ja putken kunnon kehittymiseen. Tietojen avulla voidaan myös arvioida häiriöiden seurausten vakavuutta. Haastatteluiden perusteella laitoksien tämänhetkiset käytännöt koskien tiedon hallintaa vaihtelevat. Osa laitoksista tallentaa kaikki tiedot sähköisesti ja hyödyntää niitä saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa. Monilla laitoksilla oli kuitenkin huomattu, että tietoja voitaisiin hyödyntää nykyistä monipuolisemmin.

Vesilaitoksen toiminnasta kertyvien tietojen tehokas hyödyntäminen edellyttää, että tiedot on tallennettu sähköisesti ja ne ovat siirrettävissä, esim. paikkatietomuodossa. Työssä esitettyjen toimenpiteiden toteutumista edesauttaa vesilaitosten tietoisuuden lisääminen eri tietojen tallentamisen ja hyödyntämisen mahdollisuuksista. Toimiva tiedonkulku ja useamman henkilön osallistuminen verkkotietojärjestelmän ylläpitoon helpottaa tietojen tallentamista ja hyödyntämistä nykyistä monipuolisemmin.

Avainsanat viemäriverkosto, hule- ja vuotovesien hallinta, tiedon hallinta

Author Minna Saastamoinen

Title of thesis Potential applications of data on sewerage and its immediate surroundings.

Department Civil and Environmental Engineering

Professorship Water and Wastewater engineering **Code of professorship** Yhd-73.

Thesis supervisor Professor Riku Vahala

Thesis advisor(s) / Thesis examiner(s) M. Sc. (Tech) Tuija Laakso

Date 12.2.2015**Number of pages** 55+7**Language** Finnish

Abstract

The purpose of the thesis is to explore the potential of using various sources of information and data in the planning of sewerage condition research, rehabilitation and maintenance and, in particular, in reducing inflow and infiltration. The study is based on semi-structured interviews of representatives from five water utilities, on themes related to sewerage management. Based on these interviews and the literature, this study presents a summary of good practices for data storage and usage.

Water utility operations produce various exploitable data, such as the basic data on the sewerage, sewage flow rates, water consumption, and disturbances, as well as information about CCTV inspection results, maintenance information, customer complaints, and other observations. In addition, extensive public spatial data is currently available, which offers many possibilities to improve sewerage management.

According to the literature, such accumulated data enable the estimation of inflow and infiltration volumes as well as the modelling of disturbances and pipe condition development. Furthermore, it is possible to identify the factors influencing these phenomena and to evaluate the seriousness of the detected disturbances and their consequences. According to the interviews, the practices of data management vary in the different water utilities. Some of the utilities store all of the data electronically and use them in planning of rehabilitation and maintenance. However, several utilities had also noticed that the data could be used more diversely than is currently done.

In order to effectively utilize the data accumulated from water utility operations, it is important that they are stored electronically and in a transportable format, for example, as spatial data. Furthermore, it is essential that the staff in water utilities is aware of the benefits of data storage and usage. Implementing the measures suggested in this study will be enhanced by a functional flow of information and by involving more than one person in the data management program maintenance.

Keywords sewerage, management of inflow and infiltration, data management

Alkusanat

Diplomityö on tehty Hyvinkään Vedelle osana Hyvinkään Veden ja muiden kaupungin yksiköiden vuoden 2013 lopulla luomaa hulevesistrategiaa. Haluan kiittää Hyvinkään Veden henkilökuntaa ja erityisesti vesihuoltojohtajaa Kari Korhosta tästä mahdollisuudesta.

Haluan kiittää kaikkia haastatteluihin osallistuneita vesihuoltolaitosten henkilöitä ajankäytöstänne ja asiantuntevista näkemyksistänne diplomityöhön liittyen. Erityiskiitokset haluan sanoa ohjaajalleni diplomi-insinööri Tuija Laaksolle, joka antoi työhön paljon kommentteja ja ohjasi työtä oikeille raiteille. Kiitos myös valvojalleni professori Riku Vahalalle.

Hyvinkään Veden organisaatiosta haluan kiittää erityisesti Ari Kiurua, joka jaksoi vastailla kysymyksiini koko puolen vuoden ajan. Kiitos siis Arille huumorintäyteistä työpäivistä!

Lämmin kiitos perheelleni työn aikana tukemisesta ja ymmärryksestä. Erityiskiitokset rakkaalle avopuolisolleni ja rakkaille lapsilleni! Suurkiitokset myös äidilleni kaikesta tuesta ja avusta opintojeni aikana.

Espoo 12.2.2015

Minna Saastamoinen

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	8
2 HULE- JA VUOTOVEDET VIEMÄRIVERKOSTOSSA.....	9
2.1 Määritelmä.....	9
2.2 Hule- ja vuotovesien pääsy viemäriverkkoon.....	9
2.3 Hule- ja vuotovesistä aiheutuvat ongelmat.....	10
2.4 Lainsäädäntöä	10
2.5 Ongelmakohtien tutkiminen	12
2.5.1 Viemärikuvaus	12
2.5.2 Savu- ja väriainekokeet.....	14
2.5.3 Hydraulinen mallinnus.....	16
2.5.4 Veden laatuun ja lämpötilaan perustuvat menetelmät.....	17
3 TIETOJEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET.....	18
3.1 Tietolähteet	18
3.2 Riskin arviointi.....	18
3.3 Vuotovesien määrän arvioiminen	19
3.4 Häiriöiden mallintaminen.....	21
3.5 Viemärin kunnon kehittymisen mallintaminen.....	24
3.5.1 Saneeraustarve.....	24
3.5.2 Putken kunnon kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä.....	24
3.5.3 Putken kunnon kehittymisen mallintaminen.....	28
3.6 Seurausten vakavuuden arviointi	29
4 VIEMÄRIVERKOSTON HALLINTA TUTKIMUKSEEN OSALLISTUNEILLA LAITOKSILLA	30
4.1 Haastatteluiden toteutus.....	30
4.2 Viemäriverkoston tila ja saneerauskohteiden valinta.....	30
4.3 Verkoston kunnossapito ja verkoston kuntoon vaikuttavat tekijät	31

4.4 Vuotovesiselvitykset ja vuotovesien vähentäminen.....	31
4.5 Verkostoa koskevan tiedon ylläpito	32
4.6 Virtaamatiedot ja verkostomallinnus	33
4.7 Kiinteistöjen liittyminen hulevesiverkostoon.....	33
4.8 Kehitettävää	34
4.9 Hyvinkään Vesi.....	34
4.9.1 Viemäriverkoston tila	35
4.9.2 Saneerauskohteiden valintaperusteet ja kunnossapito.....	36
4.9.3 Verkostoa koskevan tiedon ylläpito ja verkostomallinnus	38
4.9.4 Kehittämisstrategia ja hulevesikysely	38
5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET.....	42
5.1 Tiedot ja niiden tallentaminen	42
5.1.1 Verkoston perustiedot ja virtaamatiedot.....	42
5.1.2 Talousveden kulutus ja pohjavesien pinnankorkeudet	43
5.1.3 Viemärikuvaustulokset ja kunnossapitotiedot	44
5.1.4 Tukokset, sortumat, tulvat ja ylivuodot.....	45
5.1.5 Asiakasvalitukset ja muut havainnot.....	46
5.2 Toimintamalli ongelmakohtien kartoittamiseksi	48
6 TUTKIMUKSEN YHTEENVETO JA POHDINTA	50
LÄHTEET	52

LYHENTEET

DTS	Distributed temperature sensing
FCG	Finnish Consulting Group
HE	Hallituksen esitys
HSY	Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut
LVI	Lämpö, vesi, ilmanvaihto
MOUSE	Modelling of Urban Sewer Systems
SWMM	Storm Water Management Model
VVY	Vesilaitosyhdistys
elv	Ei luvan varainen

1 JOHDANTO

Tämän työn tavoitteena oli alun perin muodostaa Hyvinkään Vedelle toimenpideohjelma hule- ja vuotovesien määrän vähentämiseksi erillisviemäriverkostosta. Työn edetessä työn painopiste kuitenkin muuttui. Tämä johtui tietojen siirron ja datan puuttumisen aiheuttamista ongelmista. Aiheeksi muodostui verkostoa koskevan tiedon tallentaminen ja hyödyntäminen viemäriverkoston hallinnassa.

Vesihuollon tiedonhallinnassa on haasteita muuallakin kuin Suomessa. ”*Black & Veatch*”- raportin (2014) mukaan Isossa-Britanniassa omaisuudenhallintajärjestelmiä käytetään yllättävän vähän. Kunnan kehittymistä kuvaavia malleja käyttää noin 5 % laitoksista. Syynä tähän pidetään lähtötietojen puutetta ja tietämättömyyttä mallien hyödyistä. Raportin mukaan hydraulista mallinnusta käytetään kuitenkin noin 47 % laitoksista.

Tässä diplomityössä esitellään, mitä tietoja on mahdollista käyttää apuna kuntotutkimusten, saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa sekä hule- ja vuotovesien määrän vähentämisessä, miten tietoja kannattaa tallentaa ja miten tietoja voidaan hyödyntää. Hule- ja vuotovesistä ja viemäriverkoston tutkimiseen käytettävistä menetelmistä kerrotaan kappaleessa 2. Kappaleessa 3 esitellään eri tietojen hyödyntämismahdollisuuksia.

Viemäriverkoston hallintaan liittyen haastateltiin viittä eri vesilaitoksen edustajaa. Haastatellut laitokset olivat: 1) Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY), 2) Lahti Aqua Oy, 3) Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, 4) Riihimäen Vesi ja 5) Keravan Vesi- huolto. Haastatteluiden tulokset esitellään kappaleessa 4. Yhtenä työn tavoitteena oli myös jalkauttaa Hyvinkään Veden ja kaupungin muiden yksiköiden vuoden 2013 lopulla luomaa kehittämisstrategiaa, joka esitellään myös kappaleessa 4.

Kirjallisuuden ja haastatteluiden perusteella Hyvinkään Vedelle on laadittu toimenpide-ehdotuksia liittyen tietojen tallentamiseen ja hyödyntämiseen viemäriverkoston hallinnassa. Lisäksi työssä esitellään toimintamallia viemäriverkoston ongelmakoh- tien kartoittamiseksi. Nämä toimenpide-ehdotukset esitellään kappaleessa 5. Työn lopussa on tutkimuksen yhteenveto ja pohdinnat.

2 HULE- JA VUOTOVEDET VIEMÄRIVERKOSTOSSA

2.1 Määritelmä

Käsite ”vuotovesi” on terminä vakiintumaton. Varsinaiseksi vuotovesiksi kutsutaan vesiä, jotka päätyvät viemäriin putkien ja kaivojen viallisten rakenteiden kautta. Hulevesi on rakennusten katoilta, maan pinnalta ja muilta pinnoilta pois johdettavaa sade- ja lumensulamisvettä, joka päättyy viemäriin tyypillisesti kaivojen kansien kautta. Hulevesiin voidaan lukea kuuluvaksi myös perustusten kuivatusvedet. Hulevettä muodostuu eniten alueilta, joilla vettä läpäisemättömyyden pintaa on paljon, kuten tiheästi asutuissa taajamissa. Läpäisemättömän pinnan ohella hulevesien muodostumiseen vaikuttavat myös mm. sateen intensiteetti ja valuma-alueen koko. (Karttunen 1999)

2.2 Hule- ja vuotovesien pääsy viemäriverkkoon

Suomessa viemärointi hoidetaan tavallisimmin erillisviemärointinä, jolloin jätevesi virtaa omassa ja hule- ja kuivatusvedet omassa putkessaan. Vesihuoltolain 6 § mukaan kiinteistöllä on velvollisuus liittyä hulevesiviemäriin, mikäli alueella on tällainen olemassa. Mikäli sekaviemärointi on muutettu erillisviemäroinniksi, ei aiemmin rakennettuja tonttien hulevesiliitoksia välttämättä ole irrotettu jätevesiviemäroinnistä. Tietoa kiinteistön hulevesien johtamisesta ei myöskään aina ole vesihuoltolaitoksella. Näin ollen joudutaan jälkepäin selvittämään, mikä on kunkin kiinteistön tilanne koskien hulevesiliitoksia. Muun muassa tästä syystä Hyvinkään Vedelle on laadittu vuoden 2013 lopussa kehittämisstrategia, jonka yhtenä tavoitteena on selvittää kunkin kiinteistön hulevesien johtamisen tilannetta.

Viemäriin pääsevään vuotoveden määrään vaikuttavat mm. sadannan määrä, kaivojen ja putkien kunto, maaperän ominaisuudet, pohjavedenpinnan asema, rakennusmateriaalit, asentajien ammattitaito ja jo edellä mainittu virheellisten liitännöiden olemassaolo. On arvioitu, että sadevesiä voi kertyä 10 l/s 0,1 ha:n suuruiselta pihalta, jossa on paljon kattopintaa. (Karttunen 1999)

Vuotovesiä voi päätyä viemäriin maaperästä tai viemäriin yläpuolisesta, vuotavasta vesijohdosta. Pohjaveden pinnan korkeudella on merkitystä vuotoveden määrän kannalta, sillä mikäli jätevesiputki on pohjaveden pinnan alapuolella, voi pohjavettä päästä täten rikkinäisen putken sisälle. Viemärikaivannon täyttämistapa vaikuttaa myös siihen, kuinka paljon pohjavettä putkeen pääsee virtaamaan. Yhdenkin vuoto-

kohdan vaikutusalue tulee melko laajaksi, mikäli kaivanto ja sen täyttö ovat muodostaneet vedelle sopivan kulkureitin. (Karttunen 1999)

2.3 Hule- ja vuotovesistä aiheutuvat ongelmat

Hule- ja vuotovedet aiheuttavat jätevesiviemäriin joutuessaan erilaisia ongelmia:

1) Häiriöitä verkostossa.

Erillisviemäri on mitoitettu jätevedelle ja tietylle määrälle vuotovesiä, ja näin ollen ylimääräinen vesi viemärissä aiheuttaa ylivuotoja tai tulvimista silloin, kun verkoston mitoituskapasiteetti ylittyy. Samoin voi käydä myös sekaviemärissä. Ylivuotoja ja tulvia saattaa syntyä myös verkostossa olevan tukoksen tai putken sortuman seurauksena. Daviesin ym. (2001) mukaan halkeaman tai reiän kautta viemäriin sisään pääsevä vuotovesi saattaa aiheuttaa maan painumista.

2) Häiriöitä jätevedenpuhdistamolla.

Hule- ja vuotovedet laskevat varsinaisen jäteveden lämpötilaa, mikä heikentää jäteveden biologista puhdistusta. Myös puhdistusprosessin ohituksia saatetaan joutua tekemään puhdistamolla suuren vesimäärän vuoksi.

3) Ympäristö- ja hygieniahaittoja.

Ylivuodot ja prosessiohitukset lisäävät vastaanottavan vesistön kuormitusta. Viemäritulvat aiheuttavat esim. luonnonalueilla tapahtuessaan ympäristöhaittoja ja kaupunkialueella hygieniahaittoja.

4) Ylimääräisiä kustannuksia.

Ylimääräinen vesi aiheuttaa pumppujen hyötysuhteen laskua, mikäli virtaamat ovat suurempia kuin on suunniteltu. Pumput joutuvat pumppaamaan suuria vesimääriä, mikä vaatii enemmän sähköä. Jätevedenpuhdistamon kuormitus kasvaa vesimäärän kasvaessa. Yhä kasvavat vesimäärät saattavat johtaa siihen, että tarvitaan suurempi jätevedenpuhdistamo ja viemäristö, mikä lisää investointitarvetta. Vesilaitokselle aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia myös viemäritulvien seurauksena silloin, kun laitos on tapauksessa korvausvelvollinen.

2.4 Lainsäädäntöä

Hallituksen esityksen (HE 218/2013) mukaan pelkkä hulevesiviemäröinti ei riitä taasaamaan suuria huippuvirtaamia, vaan verkostojen lisäksi rakennetuilla alueilla tarvitaan myös maanpäällisiä rakenteita ja tulvareittejä. Tämä vaatii edellä mainittujen rakenteiden suunnittelua alueidenkäytön suunnittelun yhteydessä. Uudistuksilla on

tarkoitus parantaa mm. vesihuoltolaitoksen asiakkaan asemaa ja hulevesien kokonaishallintaa. Hulevesien kokonaishallintaa koskevista määräyksistä säädetään Maankäyttö- ja rakennuslaissa. Uudistukset tulivat voimaan 1.9.2014. Uudistuksen myötä jätevesiviemärointi ja hulevesien hallinta on eriytetty; Vesihuoltolain alla olevat vesihuoltolaitoksen hulevesiverkostot ja hulevesiviemärointi sekä Maankäyttö- ja rakennuslain alla oleva kunnan hulevesijärjestelmä.

Hallituksen esityksen mukaan kiinteistö on liitettävä hulevesiviemäriin kunnan päättämällä vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäroinnin alueella. Vesihuoltolaitos saa kieltäytyä tietyin perustein liittämästä kiinteistöä hulevesiviemäriin. Tällaisia perusteita ovat mm. johdettavan huleveden laatu ja määrä. Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi myöntää kiinteistön haltijalle vapautuksen hulevesiviemäriin liittymisestä mm. kohtuuttoman suurten kustannuksen vuoksi suhteessa hulevesiviemäriin liittymisestä saataviin hyötyihin. Kiinteistön hulevedet tulee vapautuksen myötä poistaa muutoin asianmukaisesti. Vapautus ei saa vaarantaa huleveden viemäroinnin taloudellista ja asianmukaista hoitamista. Mikäli jätevesiviemäri on mitoitettu myös hulevesien poisjohtamiseen ja se on rakennettu ennen vuotta 2015, eikä alueella ole hulevesiviemäriä, johon kiinteistö voitaisiin liittää ja vesihuoltolaitos pystyy huolehtimaan huleveden johtamisen taloudellisesti ja asianmukaisesti, voi kiinteistö johtaa hulevetensä jätevesiviemäriin.

Hulevesien hallintaa koskevat muutokset tulivat Maankäyttö- ja rakennuslakiin. Hallituksen esityksen (HE 218/2013) mukaan hulevesien hallinnan yleisiä tavoitteita ovat:

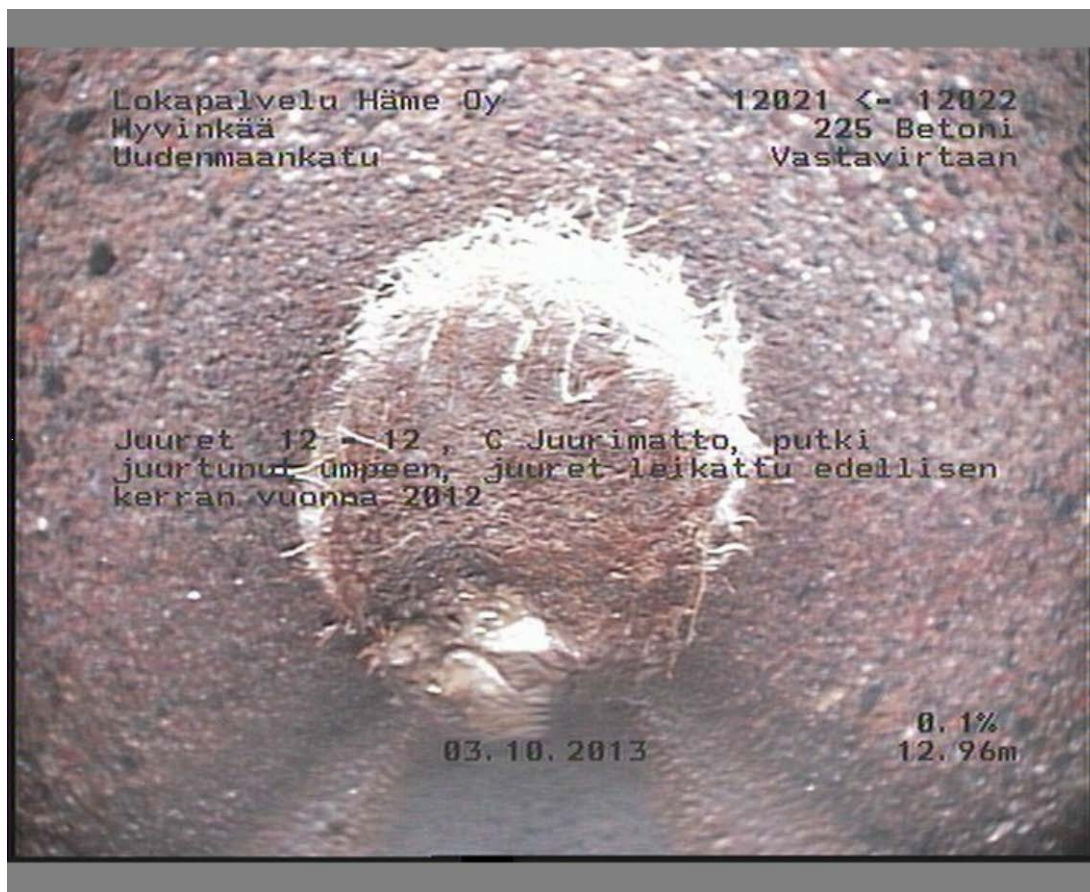
- 1) *kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa erityisesti asemakaava-alueilla*
- 2) *imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden kerääntymispaikalla*
- 3) *ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja kiinteistölle aiheutuvia haittoja ja vahinkoja ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä*
- 4) *edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin (HE 218/2013).*

Lähtökohtaisesti kiinteistön omistaja vastaa kiinteistönsä hulevesien hallinnasta ja kunta vastaa hulevesien hallinnan järjestämisestä asemakaava-alueella. Tarkemmat vastuurajat määräytyvät kunnan määräämän viranomaisen ja kiinteistön välisellä sopimuksella. Tarvittaessa kunta hyväksyy hulevesisuunnitelman koskien kiinteistölle tulevaa hulevesijärjestelmää. Suunnittelussa täytyy ottaa huomioon mm. asemakaava ja muut aluetta koskevat suunnitelmat. Kiinteistön tai tontin omistajan on hyväksyttävä alueellaan tehtävät työt koskien hulevesisuunnitelmaa (HE 218/2013). Hulevesistä saattaa aiheutua tulvia, minkä vuoksi kunnan on otettava huomioon myös hulevesitulvien hallinta (Kuntaliitto 2012).

2.5 Ongelmakohtien tutkiminen

2.5.1 Viemärikuvaus

Viemärin sisäisessä tutkimuksessa viemärikuvaus on yleisin käytetty menetelmä (Wirahadikusumah ym. 1998). Ennen viemärikuvausta kuvattava putki usein puhdistetaan, jolloin kyseinen toimenpide toimii myös huoltotoimenpiteenä. Vanhoja viemäreitä kuvattaessa myös puun juurien leikkaaminen saattaa olla tarpeellinen toimenpide kuvauksen onnistumisen kannalta. (Betoniviemärit 2003) Alla olevassa kuvassa 1 nähdään, kuinka juuret voivat estää kameran etenemisen viemärissä.



Kuva 1. Juuret keskeyttäneet kuvauksen, koska kamera ei voi edetä viemärissä. (Hyvinkään Vesi).

Mikäli viemäri kulkee sellaisessa paikassa, jossa kasvaa paljon puita ja maaperä on kaiken lisäksi kuivaa, puunjuuret saattavat hyvinkin nopeasti kasvaa viemärin sisälle uudestaan. Yllä olevassa kuvassa juuret on leikattu edellisen kerran noin vuosi ennen kuvan ottoa.

VVY (2005) on laatinut *Viemäreiden TV-kuvauksen tulkintaohjeen*, joka sisältää viemäreistä silmämääräisesti tehtävien havaintojen kirjaus- ja raportointimenettelyn. Ohjeen tavoitteena on yhdenmukaistaa viemäristön tutkimiseen liittyvien perustietojen ja havaintojen raportointia Pohjoismaissa. Kuvaaja arvioi viat asteikolla 1-4, missä 1 on vähäinen vika ja 4 vakava vika. Vikojen perusteella voidaan arvioida viemärin todellinen kunto. Viemärikuvauksen puutteena voidaan pitää muun muassa sitä, ettei se kerro putken seinämän paksuudesta eikä ulkopuolisesta kunnosta juurimitään (Wirahadikusumah ym. 1998). Myös kuvaajien tulkinnoissa ja ammattitaidoissa saattaa olla eroja.

2.5.2 Savu- ja väriainekokeet

Savukokeen avulla voidaan tutkia jäte- ja hulevesiviemäriverkostoa sekä kiinteistöjen tonttivilmäreit. Savukokeessa savunkehittimen avulla puhalletaan myrkytöntä (Tuomari ja Thompson 2004) savua paineistetusti viemäriverkoston (Joel Loka 2014) esimerkiksi tarkastuskaivon kautta (Harju 2009). Savu purkautuu putkistosta paljastaen samalla viemäriin avoimet päät ja muut vuotokohdat. Savu ajetaan yleensä viemäriin vastavirtaan, jolloin savun kulkemista viemäriin voidaan helpommin säädellä. Savukoe tehdään kuivana aikana, jolloin routa ja lumi eivät estä tutkimuksen tekoa.

Alla olevassa kuvassa 2 savu nousee kukkapenkin kohdalta jätevesiputken tarkastusputkesta niin kuin pitääkin. Mikäli hulevesiliitos olisi tehty väärin, nousisi savu sadevesirännin alla olevasta rännikaivosta. (TS-Yhtymä Oy 2004)



Kuva 2. Savu nousee jätevesiputken tarkastusputkesta niin kuin pitääkin. Mikäli hulevesiliitos olisi tehty väärin, nousisi savu sadevesirännin alla olevasta rännikaivosta. (TS-Yhtymä Oy 2004).

Savukokeeseen liittyy myös ongelmia. Mikäli tiedottaminen on puutteellista, saattaa savukokeen tekemisen aikana tulla aiheettomia hälytyksiä palokunnalle. Mikäli kiinteistössä on kuivia hajulukkoja, saattaa savua päästä näiden kautta kiinteistöjen sisälle. Viemäriin olevat tukokset saattavat kerätä vettä putken sisälle siten, ettei savu pääse etenemään putkessa, vaan se lähtee nousemaan takaisinpäin aloituskaivoon.

Suurissa putkissa, joiden halkaisijat ovat luokkaa 1000 mm, 800 mm ja 600 mm, saattaa savun kulkeminen kestää kauan. Mikäli kiinteistön sade- ja kuivatusvedet on liitetty jätevesiviemäriin ja sadevesikaivojen hajulukot on tehty oikein, estää hajulukossa oleva vesi savun kulkemisen. Tällöin nämä kiinteistöt jäävät havaitsematta. (Harju 2009) Harjun mukaan rakennusvaiheessa hule- ja jätevesiputket on saatettu kytkeä myös ristiin, jolloin hulevedet menevät jätevesiputkeen ja jätevedet hulevesiputkeen. Yleensä tällaiset tapaukset voidaan havaita savukokeen avulla.

Väriainekoe on menetelmä, jonka avulla voidaan selvittää veden virtausreitit ja näin saada selville esimerkiksi virheelliset liitokset jätevesiviemäriin tai toisin päin. Tuomarin ja Thompsonin (2004) mukaan väriainekoe on tehokas tapa määrittää väärät liitokset jätevesiviemäriin. Mikäli halutaan selvittää, mihin kattovedet kulkeutuvat, laitetaan myrkyttömällä ja biohajoavalla väriaineella värjättyä vettä esimerkiksi ränniin ja katsotaan jätevesiviemärin tarkastuskaivosta, kulkeutuuko värjättyä vettä sinne (Seppinen 2010). Mikäli näin tapahtuu, kiinteistön kattovedet on liitetty virheellisesti jätevesiviemäriin. Samoin salaojan tarkastuskaivon voidaan värjättyä vettä johtaa ja seurata veden kulkeutumisreitit. Alla olevassa kuvassa 3 punaista väriainevettä kaadetaan hulevesikaivon.



Kuva 3. Punaista väriainevettä kaadetaan hulevesikaivon. (Drains IOM).

Väriainekokeen etuna voidaan pitää muun muassa sen edullisuutta ja helppoa toteutusta (Tuomari ja Thompson 2004). Savukokeeseen verrattuna väriainekokeessa värjätty vesi pääsee kulkemaan myös hajulukkojen ohitse. Väriainekoe ei myöskään aiheuta turhia hälytyksiä palokunnalle. Haittapuolina väriainekokeissa voidaan pitää

sen pitkää kestoja virtausnopeuksien ollessa pieniä (Tuomari ja Thompson 2004). Alla olevasta kuvasta 4 voidaan selkeästi havaita vihreällä väriaineella värjätyn veden kulkemisreittiä.



Kuva 4. Kaivosta voidaan selkeästi havaita vihreällä väriaineella värjätyn veden kulkemisreittiä. (Drains IOM).

Aina väriaineen havaitseminen ei kuitenkaan ole näin helppoa. Tuomari ja Thompson (2004) toteavatkin, että toisinaan suuri ja samea virtaus saattavat hankaloittaa väriaineen havaitsemista.

2.5.3 Hydraulinen mallinnus

Jätevesiviemäri- ja sadevesiviemäriverkostoa voidaan mallintaa erilaisilla ohjelmilla kuten MOUSE (Modelling of Urban Sewer Systems), SWMM (Storm Water Management Model), SewerCAD ja StormCAD. SWMM:n pohjalta on rakennettu muita kaupallisia ohjelmia kuten FcgSWMM, MIKE SWMM ja InfoSWMM. Mallinnuksen avulla voidaan tarkastella verkoston kapasiteettikapeikkoja ja selvittää vuoto-vesimääriä ja vuotoveden lähteitä sekä tarkastella pumppaamoiden kapasiteetin riittävyyttä. Mallinnuksella voidaan tarkastella koko verkoston toimivuutta sekä nykytilanteessa että tulevaisuudessa. Lähtötiedoiksi jätevesiviemärimallinnukseen tarvitaan myydyn veden määrä kiinteistökohtaisesti, tiedot pumpatuista vesimääristä pumppuasemilta, veden luontaiset pintavaluntareitit, virtaamamittaukset, kaivojen sijainnit ja korkeusasemat sekä sademittaukset. (Riihinen 2011, Smolander 2014).

2.5.4 Veden laatuun ja lämpötilaan perustuvat menetelmät

Suomessa on kehitetty menetelmä, jolla voidaan selvittää vuotovesien lähteitä. Menetelmä ei perustu pelkkään virtaaman mittaamiseen, vaan mukana on myös veden laadun mittaaminen. Mittauksella voidaan mitata reaaliajassa kaivoon tulevien virtaamien vuotovesien määrää ja näin kohdistamaan tarkemmat mittaukset eniten vuotaville putkiosuuksille. Vuove- Insinöörit Oy on kehittänyt myös menetelmän nimeltä Tontti-Vuove, jolla pystytään paikallistamaan kiinteistöt, jotka johtavat kuivatus- ja kattovesiä viemäriverkostoon. Normaalin Vuove- menetelmän lisäksi mukana on todennäköisyyslaskenta, jonka perusteella saadaan selville kiinteistöt, jotka varmuudella ovat liittyneet väärin jätevesiviemäriin ja kiinteistöt, joilla ei ole väärää liittoksia. (Vuove- Insinöörit Oy) Menetelmän toimivuudesta ei kuitenkaan ilmeisesti ole tieteellistä näyttöä.

Alankomaissa (Hoes O.A.C. ym. 2009) on kehitetty DTS- menetelmä (distributed temperature sensing), jossa lämpötilan vaihtelun avulla voidaan tutkia väärää hulevesiviemäriin tehtyjä liittoksia. Menetelmän havaittiin olevan luotettava, halpa ja käyttökelpoinen, eikä se vaadi kiinteistön omistajan tontille menemistä.

3 TIETOJEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

3.1 Tietolähteet

Vesilaitosten toiminnasta kertyy paljon hyödyntämiskelpoista tietoa. Vesilaitoksella olevia tietoja ovat verkoston perustiedot, jätevesivirtaamatiedot, vedenkulutustiedot, ilmenneet häiriöt, viemärikuvaustulokset, kunnossapitotiedot, asiakasvalitukset ja muut, kuten esimerkiksi asentajien, havainnot. Lisäksi laitosten ulkopuolisista lähteistä on saatavilla paljon erilaisia tietoja.

Nykyään on paljon saatavilla eri tahojen tuottamaa paikkatietoa. Paikkatietoja on saatavilla mm. seuraavista lähteistä:

- www.paikkatietoikkuna.fi
- www.ymparisto.fi (OIVA ympäristö- ja paikkatietopalvelu, tietoa mm. vesivaroista, pintavesien tilasta, pohjavesistä, ympäristön kuormituksesta ja alueiden käytöstä)
- www.gtk.fi (Geologian tutkimuskeskus, mm. maaperä- ja kallioperäkartta, pohjavesitutkimukset)
- www.ilmatieteenlaitos.fi (sää- ja tutkahavainnot, ennusteet)
- www.maanmittauslaitos.fi (maaston korkeusmallit, ortoilmakuvat, laserkeilausaineisto, kuntajako)
- www.digiroad.fi (Suomen tie- ja katuverkon tarkat sijainnit sekä tärkeimmät ominaisuustiedot)

Vapaasti saatavilla olevien paikkatietojen lisäksi kunnilla on usein omia hyödynnettävissä olevia tietoja, kuten esimerkiksi pohjavesien korkeustiedot ja vesistöjen laatu-tiedot.

3.2 Riskin arviointi

Lähes kaikki tietojen hyödyntämismenetelmät tähtäävät lopulta riskin arviointiin. Riski voidaan määritellä häiriö- tai ongelmatilanteen (haitallinen tapahtuma) todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden tulona (SFS-ISO 31000) (Kuva 5).



Kuva 5. Riski yksinkertaisesti määriteltynä.

Riski on suurin silloin, kun sekä haitallisen tapahtuman todennäköisyys että seurausten vakavuus ovat suuria. Esimerkiksi putkiryhmien kunnon kehittymisen mallintamisessa arvioidaan, milloin on todennäköistä, että tietty putki aiheuttaa ongelmia. Kun viemäriverkostossa tai jätevedenpumppaamolla tapahtuu jokin häiriö, eivät sen aiheuttamat seuraukset ole jokaisessa paikassa samanlaiset. Yhdessä paikkaa samanlaisella häiriöllä voi olla vakavammia seurauksia kuin toisessa paikassa. Laakso (2014) toteaa, että saneerauksia kohdennettaessa on hyvä arvioida, kuinka merkittäviä seurauksia ongelmatilanteista voi eri kohteissa syntyä.

Häiriö- ja ongelmatilanteen todennäköisyyden ja seurauksien vakavuuden arvioinnin lisäksi täytyy pyrkiä tunnistamaan häiriöiden aiheuttajat. Riskien käsittelyyn kuuluu toimenpiteet, joilla riskejä pyritään estämään tai pienentämään. Riskin arvioinnissa ja riskin käsittelyssä keskeistä on siis riskin tunnistus, riskin syiden ja seurausten selvittäminen sekä toimenpiteiden määrittäminen. (SFS-ISO 31000)

Esimerkki:

- ➔ *Tunnistus: Viemäritulva luonnonsuojelualueella*
- ➔ *Syyt: Tukos viemärissä tai kapasiteetin ylittyminen*
- ➔ *Seuraukset: Luonnonympäristön paikallinen saastuminen*
- ➔ *Toimenpiteet: Ennakoiva ylläpito, esim. huuhdellaan kyseistä viemäriosuutta riittävän useasti, jolloin ehkäistään tukoksen uudelleen muodostumista.*

3.3 Vuotovesien määrän arvioiminen

Verkostoa ja sen ympäristöä koskevaa tietoa voidaan hyödyntää monipuolisesti sekä kuntotutkimusten, saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa että vuoto- ja hulevesien hallinnassa. Mikäli tiedetään, kuinka paljon millekin alueelle on myyty vettä ja paljonko samalta alueelta tulee jätevettä, pystytään karkeasti arvioimaan kyseisen alueen vuotoveden määrää. Mikäli vuotovesiä halutaan arvioida tarkemmin kuin

vuositasolla ja vesilaitoksen toiminta-alueella on teollisuutta, joiden vedenkäyttö ei vaihtelee samoin kuin asuinalueissa, on tällöin teollisuuslaitoksilla syytä olla omat automaattisesti luettavat mittarit. Näin saadaan tarkempaa tietoa vedenkulutuksesta ja jäteveden muodostumisesta.

Virtaamamittauksien avulla voidaan viemäriverkoston toimintaa tarkastella mallintamalla. Jotta malli saataisiin vastaamaan mahdollisimman hyvin todellista tilannetta, on sen kalibroimiseen oltava virtaamatietoja. Pohjaveden pinnan korkeusmittauksen avulla voidaan arvioida, kuinka kaukana tai lähellä pohjaveden pinta on jätevesiputkia. Pohjavettä saattaa päästä virtaamaan viemäriin, mikä saattaa lisätä ylivuotoja ja näin heikentää vastaanottavan vesistön laatua (Karpf ja Krebs 2004).

Viemäriverkoston vuotovesien määrää voidaan arvioida eri lähtötietojen perusteella (Taulukko 1).

Taulukko 1. Viemäriverkoston vuotavuuden arvioiminen eri lähtötietojen perusteella.

Lähtötiedot	Tulos	Lähde
<ul style="list-style-type: none"> jätevesivirtaamat sademäärät pohjavedenpinnan korkeudet talousveden kulutus alueittain 	<ul style="list-style-type: none"> märän ja kuivan jakson virtaamia keskenään vertaamalla voidaan vuotovesien määrää arvioida alueittain olettaen, että talousveden kulutus on vakio 	Hietanen, 2008
<ul style="list-style-type: none"> jätevedenpuhdistamon tulovirtaama sateen intensiteetti ilman lämpötila pohjaveden taso pintavesien taso läheisessä joessa ja puroissa viemärikuvaukset 	<ul style="list-style-type: none"> viemäriin vuotavuuden ja viemärikuvausten kunto- ja luokituksen välillä on selvä yhteys vuotavuutta voidaan ennustaa kuntoluokituksen kautta ja päinvastoin 	Karpf ja Krebs, 2011

Molemmissa tutkimuksissa lähtötietoina vuotavuuden arvioimisessa ovat olleet jätevesivirtaamat (jätevesipumppaamot, erilliset virtaamamittarit), sateen määrä tai intensiteetti ja pohjavedenpinnan korkeus. Näiden voidaan olettaa olevan tärkeimpiä lähtötietoja, kun viemäriverkoston vuotavuutta halutaan arvioida. Tieto viemärin vuotavuuden ja viemärikuvaustulosten selvästä yhteydestä auttaa kohdistamaan viemärikuvauksia mahdollisesti huonokuntoiselle verkoston alueelle.

3.4 Häiriöiden mallintaminen

Kun tukoksista ja sortumista on saatavilla riittävästi tietoa (tarpeeksi monta tukosta/sortumaa per putki/verkosto-osuus) voidaan tukoksille ja sortumille altistavia tekijöitä mallintaa (Savic ym. 2006; Ugarelli ym. 2009). Putken ominaisuuksien (esim. halkaisija, kaltevuus) ja tukostietojen avulla pystytään myös mallintamaan syntyvien tukosten kokonaismäärää.

Ilmenneiden tukosten ja sortumien sekä putken eri ominaisuuksien perusteella voidaan löytää yhteyksiä putken ominaisuuksien ja häiriöiden välille (Taulukko 2). Samples ja Zhang (2000) käyttivät lähtötietoina mm. ilmenneitä tulvia ja verkostossa tehtyjä kunnossapito- ja korjaustoimia.

Taulukko 2. Tukosten mallintamisesta saatuja tuloksia.

Lähtötiedot	Tulos	Lähde
<ul style="list-style-type: none"> • ilmenneet tukokset • ilmenneet sortumat • putkien ikä • putkien kokonaispi- tuus • putkien määrä • putkien halkaisija • putkien kaltevuus 	<ul style="list-style-type: none"> • voidaan löytää yhteyksiä putken ominaisuuksien ja tukosten välille • voidaan mallintaa tulevia tukoksia 	Savic ym. 2006 Ugarelli ym. 2009
<ul style="list-style-type: none"> • ilmenneiden tulvien aika ja paikka • verkostossa tehdyt kunnossapito- ja kor- jaustoimet • vuorokausisadanta • pohjavedenpinnan korkeus • putkien ikä • jätevedenpuhdistamon virtaamatiedot • viemäriverkoston pi- tuus 	<ul style="list-style-type: none"> • tiettyyn rajaan saakka virtaama ehkäisee tukok- sia • kunnossapitotoimet (esim. huuhtelu) toden- näköisesti vähentävät viemäritulvien määrää 	Samples ja Zhang, 2000

Pieni jäteveden määrä voi kertoa verkostossa olevasta tukoksesta, joka estää veden virtaamisen eteenpäin. Virtaaman havaittiinkin ehkäisevän tukosten syntymistä, jolloin huuhtelulla voidaan ehkäistä tukosten muodostumista ja siten myös tulvien syntymistä ehkäistä. Aina jätevesiviemäriin kuulumaton vesi ei siis ole haitaksi, vaan sillä voi olla tukosten syntymistä ehkäisevä vaikutus (Samples ja Zhang 2000). Tämä on syytä ottaa huomioon tietyillä verkoston alueilla, kuten verkoston latva-alueilla, joilla tukoksia on arvioitu ilmenevän kaksi kertaa useammin kuin muualla (Hafskjold ym. 2003). Tietyn pisteen jälkeen virtaamalla on kuitenkin tulvia lisäävä vaikutus (Samples ja Zhang 2000).

Hafskjold ym. (2003) havaitsivat, että putken iän ja tukosten tiheyden välillä ei ole selvää yhteyttä. Sen sijaan he havaitsivat, että mm. valmistus- ja rakentamistavoilla on vaikutusta tukoksien muodostumiseen. He havaitsivat, että 20 % tukoksista syntyy kaivoihin. Tämä saattaa johtua huonosti suunnitellusta kaivosta, jolloin neste ja kiinteä aine erottuvat kaivon kohdalla ja sakka jää kaivon pohjalle muodostaen tukoksen. Oikeanlainen kaivojen suunnittelu ja tyhjentäminen tietyn väliajoin voi auttaa tähän ongelmaan. Hafskjold ym. (2003) havaitsivat myös, että usein juuret aiheuttavat tukoksia ja, että ohutseinäiset putket tukkeutuvat kaksi kertaa niin usein kuin paksuseinäiset. Juurien aiheuttamien tukosten syntymistä voidaan ehkäistä riittävän usein tapahtuvalla juurien leikkaamisella.

Arthur ym. (2009) havaitsivat asiakasvalitusten ja tukostietojen perusteella, että tukoksia ilmenee enemmän sekaviemärissä kuin erillisviemärissä. Myös riittämättömän virtausnopeuden ja viemärin kaltevuuden todettiin ennustavan tukoksia. Putken halkaisijan ollessa alle 225 mm, putken on todettu tukkeutuvan kolme kertaa todennäköisemmin kuin tätä suurempi putki (Hafskjold ym. 2003). Viemärin kaltevuuden muuttaminen suuremmaksi saattaa ehkäistä tukosten muodostumista. Aina kaltevuuden kasvattaminen ei kuitenkaan ole mahdollista. Mikäli tukoksen muodostuminen aiheutuu jostakin edellä mainitusta asiasta, saattaa säännöllinen huuhtelu ehkäistä tukoksen syntymistä

Olennaista on pyrkiä selvittämään, mikä esimerkiksi tukoksen aiheuttaa; riittämätön kaltevuus, riittämätön virtausnopeus, liian pieni putken halkaisija, juuret, huonosti suunniteltu tai rakennettu kaivo vai joku muu tekijä. Kun tiedetään tukoksen aiheuttaja, voidaan sen syntymistä ehkäistä oikeilla keinoilla, ilman, että ongelma siirtyy muualle verkostoon. Esimerkiksi, jos viemärin kaltevuutta muutetaan verkoston latvaosilla huuhtoutuvuuden parantamiseksi, täytyy tämä ottaa huomioon myös muualla verkostossa. Viemärin kaltevuuden muuttaminen saattaa aiheuttaa padotusta kyseisen viemärin alapuolella. Mikäli taas joltakin alueelta saadaan vähennettyä hule- ja vuotovesien määrää, saattaa kyseiselle alueelle muodostua sen seurauksena enemmän tukoksia.

3.5 Viemärin kunnan kehittymisen mallintaminen

3.5.1 Saneeraustarve

Vuonna 2006 viemäriverkostojen saneeraus määrän arvioitiin olevan Suomessa 270 km/v ja vuosille 2010–2020 saneeraustarpeeksi oli arvioitu 900 km/v. Jotta saneerauksia pystyttäisiin toteuttamaan tarpeen mukaisessa laajuudessa, täytyisi budjetin olla arviolta 320 milj. €/v (sekä puhdasvesi- että jätevesiverkosto) vuosina 2010–2020. Tämä on 200 milj. € enemmän kuin vuonna 2006 käytetty summa saneerauksiin (Maa- ja metsätalousministeriö 2008).

Lainsäädäntö ei aseta rajoituksia vesihuoltolaitosten hallintomuodoille ja omistussuhteille, jolloin nämä voivat vaihdella laitospohjaisesti. Vesihuoltolaki asettaa kuitenkin vaatimuksen, että asiakkailta perittävillä maksuilla on katettava muun muassa verkostojen saneeraukset ja kunnossapito. Haapakoski (2014) toteaa, että verkostojen saneeraustarve aiheuttaa painetta vesihuollon maksujen korottamiselle. Koehmainen ja Kuivamäki (2011) toteavat, että vesihuollossa voitaisiin ottaa mallia sähköverkkoyhtiöiden liiketoiminnan valvonnasta. Tehokkaammalla vesihuoltoliiketoiminnan valvonnalla voitaisiin vähentää kohtuuttoman suuria omistajatuloutuksia sekä toisaalta lisätä saneerausvolyyymia.

Yhteensä Suomessa arvioidaan olevan noin 1500 vesihuoltolaitosta, joista noin 1200 on pieniä, käyttäjien omistamia osuuskuntamuotoisia vesihuoltolaitoksia (Vesilaitosyhdistys 2011). Suuret ja keskisuuret vesihuoltolaitokset ovat lähes poikkeuksetta kuntien omistamia joko kunnallisia liikelaitoksia tai osakeyhtiöitä. Haapakosken (2014) mukaan vesihuoltoon liittyvät ylläpito- ja saneerausinvestoinnit kilpailevat aina kaupungin muiden investointien kanssa, jotka usein menevät vesihuollon kunnossapito- ja saneerausinvestointien edelle.

3.5.2 Putken kunnan kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä

Viemäreiden käyttöikää eri olosuhteissa ei tunneta tarkasti ja siitä on olemassa hyvin vaihtelevia arvioita. Betoniviemärit- käsikirjan (2003) mukaan tavanomaisissa olosuhteissa betoniviemäreiden käyttöikä voidaan pitää 100 vuotta kun taas Haapakosken (2014) mukaan viemäreiden käyttöikä on noin 50 vuotta. Dirksenin ja Clemensin (2008) mukaan viemäreiden käyttöikä voidaan pitää 60 vuotta. Muoviviemäreiden käyttöikä pidetään 100 vuotta (Muoviteollisuus Ry).

Davies ym. (2001) esittävät artikkelissaan eri tekijöitä, jotka vaikuttavat viemäriputken kunnon kehittymiseen (Taulukko 3).

Taulukko 3. Viemäriputken kunnon kehittymiseen vaikuttavat tekijät. (ASCE 1982, Boden 1977, Jones 1984, Kennedy 1971, Lester ja Farrar 1979, O'Reilly ym. 1989, Reed 1982, Riley 1981, Young ja O'Reilly 1983 lähteessä Davies ym. 2001).

Rakenteelliset tekijät	Ulkoiset tekijät	Muut
asennustapa	maankäyttö- ja tyyppi	jäteveden laatu
työn laatu	liikenne- ja pintakuorma	putken ikä
putkikoko	pohjaveden taso	sedimentoituminen
perustamissyvyys	pohja-/maaveden vuotaminen viemäriin (infiltration)/jäteveden vuotaminen ympäristöön (exfiltration)	ylläpitotoimet
kaivannon täyttö	puiden juuret	
putken materiaali	vesijohtovuodot	
liitostyyppi- ja liitosmateriaali		
putken pituus		
liittymien määrä		

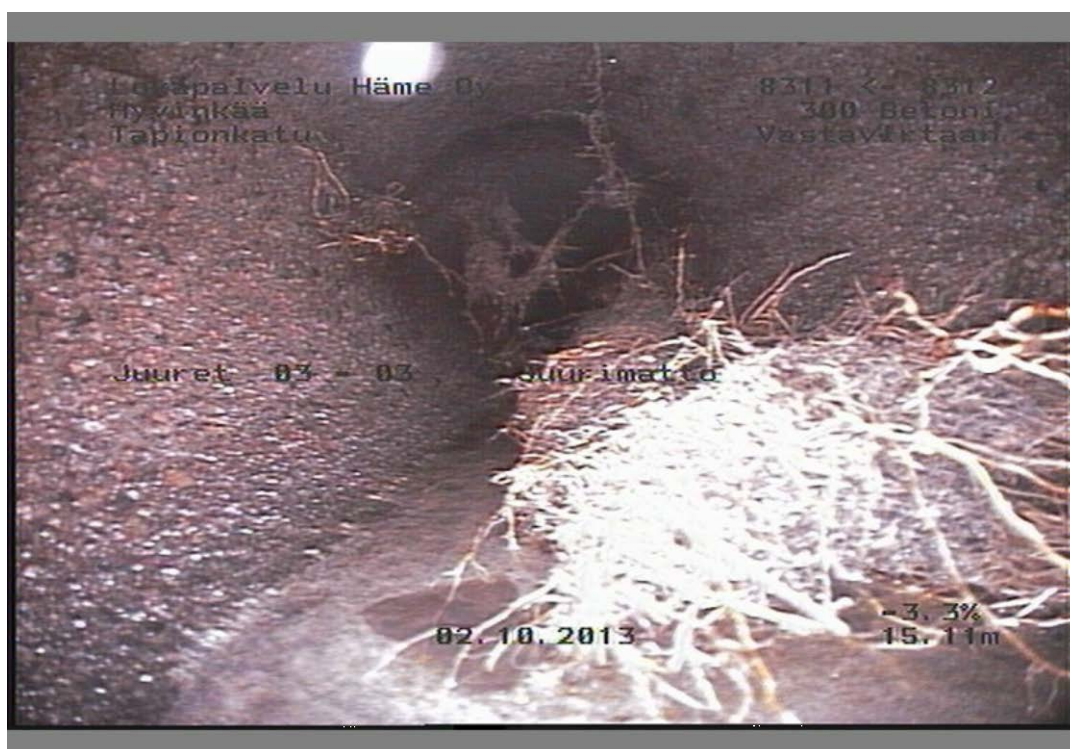
Kuten yllä olevasta taulukosta havaitaan, vaikuttavat putken kunnon kehittymiseen monet eri tekijät, kuten esimerkiksi putken materiaali. Viimeisen 30 vuoden aikana muovin käyttö viemärien materiaalina on yleistynyt. Muoviputkien etuina voidaan pitää niiden edullisuutta tiettyyn putkikokoon saakka ja niiden täysin sileää sisäpintaa. Rakennustöitä helpottaa muoviputkien keveys ja suuri pituus, jolloin liitoksia tarvitsee tehdä vähemmän. (Karttunen 1999) Muoviputkia pidetään myös täysin tiiviinä, jolloin niiden sisään ei pääse kasvamaan juuria, mikä saattaa olla ongelmana betoniputkissa (Davies ym. 2001). Alla olevasta kuvasta 6 voidaan nähdä, kuinka

juuret

voivat

työntyä

betoniputkeen.



Kuva 6. Betoniputken sisään työntyviä puunjuuria. (Hyvinkään Vesi).

Koska muoviputket ovat keveitä verrattuna betoniputkiin, täytyy niitä käsitellä, kuljettaa ja varastoida varovasti (Karttunen 1999).

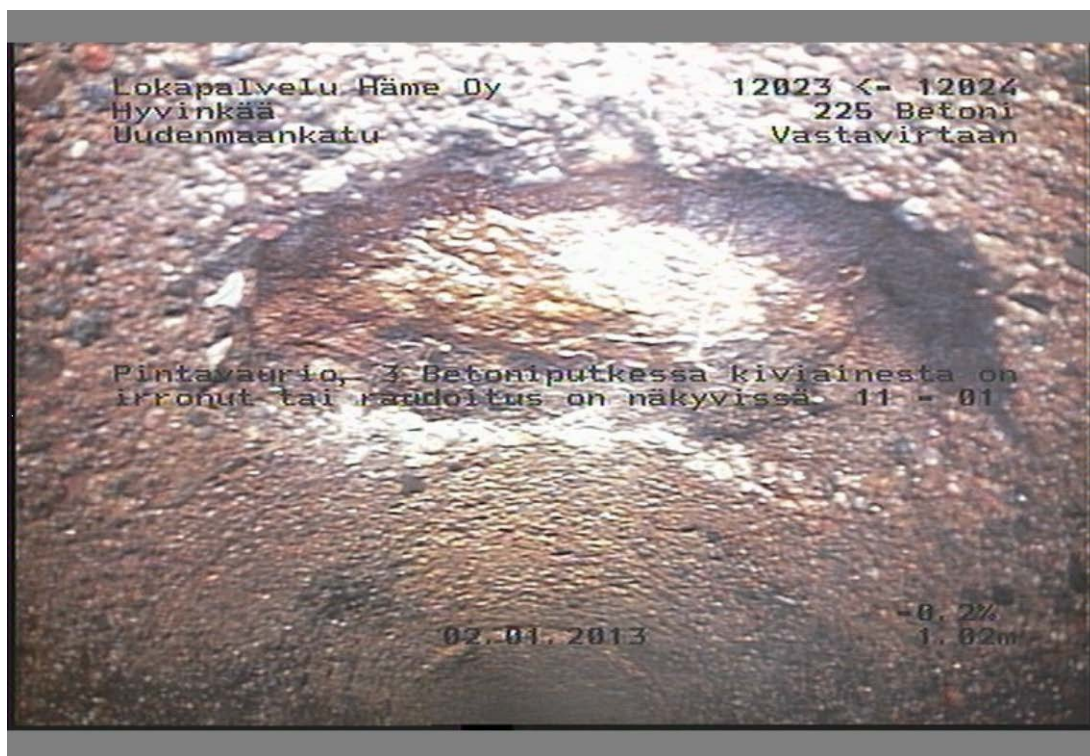
Viemäriverkoston kuntoon ja käyttöikään voi osaltaan vaikuttaa maaperän korrodoivuus. Epätavallisina olosuhteina voidaan pitää esimerkiksi sellu- ja paperitehtaiden lähistöllä olevaa maaperää, joka saattaa sisältää liian korkeita sulfaatti- tai sulfiittipitoisuuksia ja suoalueita, joissa on hiilihappopitoinen pohjavesi. (Betoniviemärit 2003) Tyypillisin esimerkki maaperässä tapahtuvasta mikrobiologisesta korroosiosta on Luomasen ym. (2012) mukaan sulfaattia pelkistävien bakteerien toiminta valurautaputkien pinnassa.

Viemärin kuntoon ja käyttöikään vaikuttaa myös siinä virtaavan veden laatu, sillä esimerkiksi hiekka ja muut jäte- ja huleveden mukana kulkeutuvat partikkelit kuluttavat viemäriputkea mekaanisesti erityisesti mutkissa ja kohteissa, joissa virtausnopeus on suuri. (Betoniviemäri 2003). Myös veden pH, lämpötila, virtauksen ja paineen vaihtelut vaikuttavat viemärin kuntoon.

Betonin kemiallinen kestävyys riippuu betonin valmistuksessa käytetyn sementin määrästä ja tyypistä sekä kovettuneen betonin ominaisuuksista. Mitä tiiviimpää be-

toni on, sitä helpommin se pystyy vastustamaan kemiallista räsitusta. Haitallisimpi-na aineina betonille voidaan pitää happamia ja sulfaattipitoisia jätevesiä. Nykyisin betoniputket kestävät kuitenkin hyvin kemiallista korroosiota. Yleiseen viemärlai-tokseen johdettavien jätevesien laadun raja-arvona pidetäänkin nykyään pH:lle 6...10 ja sulfaattipitoisuudelle 400 mg/l. Mikäli putkessa kulkevan veden sulfaattipi-toisuus ylittää 400 mg/l raja-arvon, täytyisi putken valmistuksessa käyttää sulfaatin-kestävää sementtiä. (Betoniviemärit 2003)

Betoniviemäreissä jäteveden sisältämä rikki voi muuttua hapettomissa olosuhteissa rikkivedyksi, joka syövyttää putkea. Tätä kutsutaan rikkivetykorroosioksi. Se voi ai-heutua muun muassa puutteellisesta tuuleutuksesta, liian alhaisesta virtaamanopeu-desta tai viemärin huuhtelun puutteesta. Alla olevassa kuvassa 7 nähdään, kuinka betoniputken yläosaan on muodostunut reikä rapautumisen myötä.

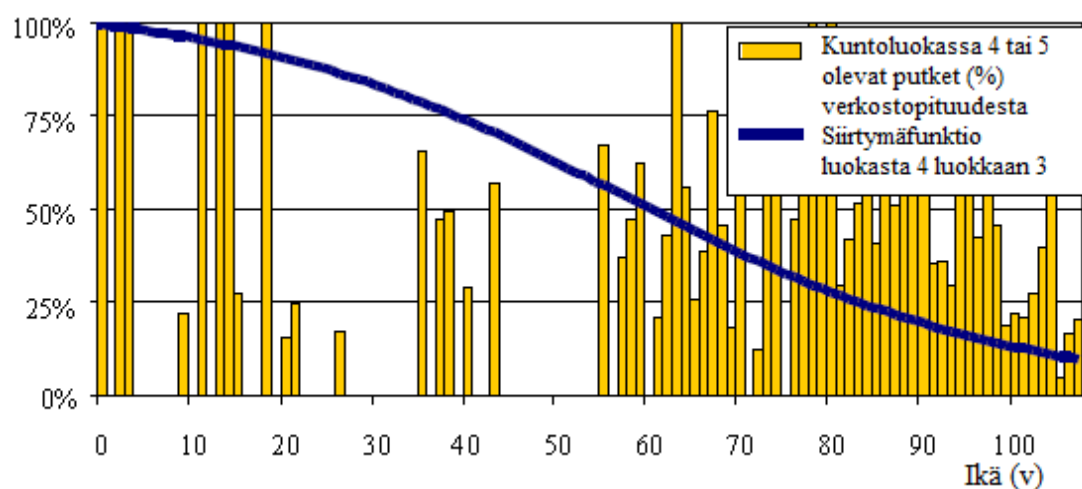


Kuva 7. Betoniputken yläosassa rapautumisen myötä syntynyt reikä. (Hyvinkään Ve-si).

Korroosion syntymistä voidaan ehkäistä ilmastamalla vettä, kasvattamalla virtamaa sekä tuulettamalla ja huuhtelemalla viemärit säännöllisin väliajoin (Betoniviemärit 2003).

3.5.3 Putken kunnon kehittymisen mallintaminen

Kun viemärikuvaustuloksia on riittävästi, voidaan putken kunnon kehittymistä mallintaa tilastollisilla menetelmillä (Davies ym. 2001). Tällöin voidaan selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat eniten putken kunnon kehittymiseen. Daviesin ym. (2001) tutkimuksessa merkittäviä tekijöitä olivat putken pituus, halkaisija, käyttötarkoitus (seka-, erillis- vai hulevesiviemäri), sijainti, materiaali, perustamissyvyys, pohjavesi, liikennemäärä ja maaperän ominaisuudet. Kun pystytään arvioimaan, mitkä tekijät vaikuttavat putken kuntoon, voidaan viemärikuvauksia näin paremmin kohdentaa oikeille verkoston alueille (Bauer ja Herz 2002). Viemärikuvaustulosten avulla pystytään arvioimaan, missä ajassa tietyt ominaisuudet omaava putkityyppi huononee kuntoluokasta toiseen. Tutkijat laativat siirtymäfunktion (Kuva 8), joka kuvaa putken siirtymistä kuntoluokasta 4 kuntoluokkaan 3. Tässä tapauksessa kuntoluokka 5 kuvaa kunnoltaan parasta putkea ja kuntoluokka 1 huonointa. Keltaiset pylväät kuvaavat kuntoluokassa 4 tai 5 olevien putkien prosentuaalista osuutta koko verkostopituudesta.



Kuva 8. Siirtymäfunktion kuvaaja, joka kuvaa putken siirtymistä kuntoluokasta 4 kuntoluokkaan 3. (mukaillen lähdettä Bauer ja Herz 2002).

Bauer ja Herz havaitsivat, että eri putkiryhmiä kunnon kehittämisessä oli huomattavia eroja. Tämä tukee sitä näkemystä, että pelkästä putken iästä ei pystytä päättämään putken todellista kuntoa. Koska koko viemäriverkostoa ei voida kuvata yhdellä kertaa, voitaisiin heidän tutkimuksen perusteella kuvauksia kohdentamaan entistä paremmin alueille, joiden voidaan olettaa olevan huonossa kunnossa.

Vaikka putken kunnon kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä tunnetaan, on kunnon arviointi hankalaa. Eri tekijöiden vaikutuksia on kyseenalaista yleistää, sillä eri tutki-

muksissa on saatu ristiriitaisia tuloksia siitä, mitkä tekijät todellisuudessa vaikuttavat putken kunnon huonontumiseen. Esimerkiksi Lester ja Farrar (1979, lähteessä Davies ym. 2001) eivät havainneet putken iällä olevan vaikutusta putken kunnon huonontumiseen kun taas O'Reilly ym. (1989, lähteessä Davies ym. 2001) havaitsivat vanhoissa putkissa enemmän rakenteellisia vikoja.

Jo olemassa olevan tiedon siirtäminen kunkin vesilaitoksen käyttöön vaatii tietojen prosessointia. Putken huonontumiseen vaikuttavien tekijöiden ja tapahtumien todennäköisyyksien, syiden ja seurausten vakavuuden arvioiminen edellyttävät riittävästi tietoa viemärin kunnosta, verkostossa tapahtuneista häiriöistä, niiden aiheuttajista ja seurauksista, mitkä usein vesihuoltolaitoksilla tällä hetkellä ovat puutteellisia. Jotta vesilaitos pystyy tekemään oikeita toimenpiteitä ongelmien vähentämiseksi, täytyy kunkin vesilaitoksen kirjata omaa verkostoansa koskevat tiedot ylös ja analysoida näitä tietoja aktiivisesti.

3.6 Seurausten vakavuuden arviointi

Seurausten vakavuuden arvioinnissa voidaan apuna käyttää vapaasti saatavilla olevia paikkatietoja, kuten esimerkiksi tietoa pohjavesi- ja luonnonsuojelualueista sekä pintavesien tilasta. Esimerkiksi vuotava jätevesiputki aiheuttaa todennäköisesti enemmän haittaa pohjaveden muodostumisalueella kuin muualla. Seurausten vakavuuden arvioinnissa voidaan myös tarkastella, kuinka moneen kiinteistöön viemäritulva mahdollisesti vaikuttaa ja käyttää apuna aiemmin tapahtuneiden häiriöiden aiheuttamia kustannustietoja. Tämä kuitenkin edellyttää, että tapahtuneet häiriöt ja niiden aiheuttamat kustannukset on merkitty tarkasti ylös.

Seurausten vakavuutta voidaan pitää myös viemärikuvauksien kohdentamisen yhtenä kriteerinä. Esimerkiksi luonnonsuojelu- tai pohjavesialueella sijaitsevat putket voidaan kuvata muuta verkostoa useammin. Viemärikuvauksia kannattaa kohdistaa viemäriin, joissa tukos tai sortuma voi aiheuttaa merkittävää tulvimista esimerkiksi kaupungin keskustassa tai luonnonsuojelualueella. Vuotoveden määrän vähentämisessä voidaan keskittyä esimerkiksi ylivuotoja aiheuttavalle verkosto-osuudelle.

4 VIEMÄRIVERKOSTON HALLINTA TUTKIMUKSEEN OSALLISTUNEILLA LAITOKSILLA

4.1 Haastatteluiden toteutus

Työhön liittyen haastateltiin viittä eri vesihuoltolaitoksen työntekijää. Haastateltavat laitokset olivat HSY, Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, Keravan Vesi, Lahti Aqua Oy ja Riihimäen Vesi. Haastattelumenetelmänä oli teemahaastattelu. Haastattelut toteutettiin vuoden 2014 touko-kesäkuun aikana. Haastatteluihin osallistuneet henkilöt ovat liitteessä 1. Tässä luvussa käydään läpi oleellisia asioita, joita haastatteluisa käytiin läpi. Haastatteluiden teemat on esitetty liitteessä 2.

4.2 Viemäriverkoston tila ja saneerauskohteiden valinta

Viemäriverkoston keski-ikä oli haastatelluilla laitoksilla 26–40 vuotta. Jokaisella laitoksella koettiin, että nykyinen saneeraustahti ei ole riittävä, vaan saneerauksia olisi tehtävä noin 2-3 kertaa enemmän nykyiseen verrattuna. Kahdella laitoksella on tarkoitus vuosittain kasvattaa saneerauksiin käytettävää budjettia. Tällä hetkellä viemäriverkoston saneerauksiin käytettiin rahaa laitoksesta riippuen vuosittain noin 1,6-3 milj. €.

Kaikilla laitoksilla saneerauskohteiden valintaan vaikuttaa tällä hetkellä vahvasti verkoston ikä. Mikäli laitoksen toiminta-alueella on olemassa sekaviemäriä, myös näiden alueiden saneeraaminen ja muuttaminen erillisviemäriksi on saneerauslistalla korkealla. Viemärikuvauksilla lisäksi varmistetaan, millainen verkoston kunto on. Tällaista tapaa käytetään muun muassa silloin, jos tiedetään, että jollekin alueelle ollaan tekemässä esim. katusaneerausta. Viemärikuvauksella tutkitaan, onko viemärisaneeraukselle tarvetta. Viemärikuvaukset kohdennetaan myös alueisiin, joilla on ilmennyt toistuvia häiriöitä kuten esimerkiksi tukoksia. Saneerauskohteiden valintaan vaikuttaa kahdella laitoksella myös kunnossapitotiedot. Jos joku tietty verkoston alue vaatii jatkuvaa kunnossapitoa, esimerkiksi huuhtelua, tutkitaan kyseinen alue tarkemmin viemärikuvauksella. Tällöin selvitetään, täytyykö kyseinen kohde saneerata. Saneerauskohteiden valintaan vaikuttaa kaikilla laitoksilla myös henkilökunnan ns. hiljainen tieto, jota ei ole dokumentoitu mihinkään.

4.3 Verkoston kunnossapito ja verkoston kuntoon vaikuttavat tekijät

Kaikilla haastatelluilla laitoksilla tehdään ennakoivaa kunnossapitoa, kuten verkoston valikoitujen kohteiden huuhtelua. Jokaisella laitoksella on huuhteluohjelmia, joissa on tarkkaan suunniteltu huuhtelukohteet sekä se, kuinka usein huuhtelua tarvitaan. Huuhteluvälit vaihtelevat kohteesta riippuen kahdesta viikosta kahteen kuukauteen. Huuhteluohjelmien lisäksi joillakin laitoksilla tehdään alueellista huuhtelua, mikä tarkoittaa harvempaa huuhtelua kuin huuhteluohjelmassa olevilla kohteilla. Kunnossapitoon kuuluu myös juurien leikkuu, jota myös laitoksilla tehdään pääosin viemärikuvausten yhteydessä.

Yleisin verkostossa ilmenevä ongelma olivat tukokset, joiden yleisyys vaihteli eri laitosten välillä. Tukokset aiheutuivat useimmiten putkien sortumista tai painumista. Tukokset saattavat syntyä esimerkiksi puun juurista, viemäriin kuulumattomasta esineestä tai hiekan kerääntymisestä putken tai kaivon pohjalle. Tukoksia saattaa syntyä kohtiin, joissa putken kaato on riittämätön tai kaivo on suunniteltu väärin, jolloin kiinteä ja nestemäinen aines eroavat kaivon kohdalla toisistaan.

Kaikilla laitoksilla katsottiin, että perustusten tekotapa ja maaperän ominaisuudet vaikuttavat verkostoon kuntoon. Myös saneeraustöiden laatu nousi haastatteluissa esille. Mikäli maaperä on pehmeää, saattaa tällaisille alueille muodostua painumia enemmän kuin hyvin kantaville verkoston osuuksille. Jätevesiputkessa virtaavan veden ominaisuudet vaikuttavat myös putken kuntoon. Esimerkiksi kivet ja muut kovat esineet hankaavat ja siten kuluttavat putkea sisältä päin. Mikäli alueella on paljon puita, saattavat puiden juuret aiheuttaa ongelmia työntyessään jätevesiputken sisään. Näin saattaa tapahtua erityisesti kuivilla alueilla, joilla puunjuuret etsivät vetensä jätevesiputkesta. Rungas betoniputken peseminen kuluttaa myös putkea.

4.4 Vuotovesiselvitykset ja vuotovesien vähentäminen

Kolmella laitoksella on seurattu tai seurataan jätevesiviemäriässä virtaavan veden määrää silmämääräisesti kaivojen kautta sateisina aikoina. Kaikilla laitoksilla vuotavien putkien etsinnässä käytetään myös viemärikuvausta. Mikäli laitoksella on tiedossa jokaisen alueen vedenkulutus, voidaan tätä tulosta verrata samalta alueelta pumpatun jäteveden määrään ja arvioida karkeasti kunkin alueen vuotovesimäärä. Yhdellä laitoksella vuotovesiselvityksessä käytetään viemäritutkia, joiden avulla

voidaan virtaavan veden määrää selvittää. Näiden tutkien paikkaa voi verkostossa vaihdella tarpeen mukaan. Neljällä laitoksella ulkopuolinen palveluntarjoaja on tehnyt verkostosta vuotovesiselvityksen. Laitoksilla on myös vaihtelevasti käytetty savu- ja väriainekokeita.

Mikäli laitoksen toiminta-alueella on sekaviemäriä, on tämän muuttamisen erillisviemäriksi koettu vähentävän eniten vuotovesien määrää. Tämä kuitenkin sillä edellytyksellä, että alueen kiinteistöt saadaan liittymään hulevesiverkkoon tai muuten käsittelemään hulevetensä tontilla tai johtamalla ne maastoon. Haastatteluissa tulikin esille pintakuivatusjärjestelmien toimivuus ja luontaisten pintavalumareittien kuten ojien huomioon ottaminen. On tärkeää, että nämä reitit säilytetään, eikä niitä esimerkiksi tukita rakennuksilla tai muuten häiritä niiden luontaista toimintaa. Tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta pyritään karkeasti arvioimaan muun muassa pumppaamojen virtaamatiedoista. Kaikilla laitoksilla virtaamapiikkien pois saaminen on kuitenkin itse vuotovesien määrää tärkeämpi asia.

4.5 Verkostoa koskevan tiedon ylläpito

Verkkotietojärjestelmän käytössä oli huomattavan paljon eroja eri laitosten kesken. Kahdella laitoksella järjestelmästä löytyy vain verkoston perustiedot eli putkien iät, materiaali, halkaisija ja kaivojen korkotiedot. Kolmella laitoksella järjestelmään kirjataan systemaattisesti myös viemärikuvaustulokset, kunnossapitotoimenpiteet ja verkostossa ilmenneet häiriöt. Kahdella laitoksella viemärikuvauksen tekijä laittaa kaukokäyttöisesti kuvaustulokset verkkotietojärjestelmään, jolloin työmäärä vähenee, eikä tuloksia tarvitse kierrättää kolmannen ihmisen kautta. Laitokset, joilla verkkotietojärjestelmässä on ylhäällä viemärikuvaustulokset, kunnossapitotoimet ja häiriöt, hyödynsivät näitä tietoja huomattavasti enemmän saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa kuin laitokset, joilla näitä tietoja ei verkkotietojärjestelmässä ole.

Kaikki laitokset kokivat omasta tilanteesta riippumatta, että verkkotietojärjestelmän käytössä ja sen ylläpidossa on parannettavaa. Kahdella laitoksella verkkotietojärjestelmää piti yllä useampi henkilö. Tärkeäksi asiaksi haastatteluissa nousi myös tiedon kulku asentajilta muulle henkilöstölle. Asentajilla on paljon havaintotietoja verkostosta ja myös nämä tiedot olisi tärkeää saada talteen.

4.6 Virtaamatiedot ja verkostomallinnus

Kaikilla laitoksilla saadaan virtaamatietoja pumppaamoiden yhteydessä olevilla virtaamamittareilla. Tosin kahdella laitoksella on verkostossa vielä vanhoja pumppaamoita, joissa ei ole virtaamamittareita. Tällaisten pumppaamojen yhteyteen asennetaan saneerausten yhteydessä myös virtaamamittari. Kaukovalvonnassa olevilta pumppaamoilta saadaan tietoon pumppujen käyntiajat, joista virtaamia pystytään laskemaan. Kolmella laitoksella on pumppaamoiden yhteydessä olevien mittarien lisäksi myös lisämittareita muualla verkostossa. Yhdellä laitoksella saatuja virtaamatietoja annetaan konsultille, joka hyödyntää niitä verkoston mallintamisessa.

Verkostomallinnusta käytetään laitoksilla enemmän puhdasvesi- kuin jäte- ja hulevesipuolella. Kolmella laitoksella on konsultti mallintanut jätevesiverkostoa. Laitokset, jotka olivat käyttäneet konsulttipalvelua mallinnuksessa, kokivat sen tarpeelliseksi tutkittaessa verkoston kapasiteettikapeikkoja. Nämä laitokset aikoivat hyödyntää mallinnusta myös tulevaisuudessa. Kaikilla laitoksilla viemärikuvaukset hoitaa ulkopuolinen palveluntarjoaja. Ulkopuolista apua käytetään myös verkoston huuhteiluissa.

4.7 Kiinteistöjen liittyminen hulevesiverkoston

Kaikilla haastatelluilla laitoksilla kiinteistöjen liittäminen hulevesiverkkoon koettiin enemmän tai vähemmän haastavaksi. Kaksi laitosta käytti apuna liittymättömien kiinteistöjen tutkimisessa savu- ja/tai väriainekoetta. Kahdella laitoksella selvitettiin kunkin kiinteistön tilanne paikan päällä joko silmämääräisesti tai kurkistuskameralla esimerkiksi tarkastuskaivosta. Tämä vaatii kuitenkin resursseja, jotta laajoja alueita saadaan selvitettyä järkevässä ajassa. Kahdella laitoksella ahkera tiedottaminen auttoi kiinteistöjen omistajien motivoimiseen, kun taas kahdella muulla laitoksella runsas tiedottaminenkaan ei tuottanut tulosta. Kahdella laitoksella käytettiin motivoimiskeinona alennuksia tai sanktiona korotettua jätevesimaksua, joiden koettiin toimivan. Yksi laitos kuitenkin koki, että pelkkä alennus hulevesiverkkoon liittymisestä ei auta, vaan tarvitaan myös lisäksi sanktio.

Kaikki haastatellut olivat sitä mieltä, että kyseiseen asiaan tarvittaisiin joku ulkopuolinen pakottava taho eli esimerkiksi ympäristöviranomainen, jolla olisi valtuudet patistaa kiinteistöjen omistajat liittymään hulevesiviemäriin. Myös lakiin perustuva sopimuksen teko hulevesiliitoksesta vesijohtosopimusten mukaisesti tuli eräässä haastattelussa esille.

Mielipiteet niin laitoksien välillä kuin laitoksien sisälläkin vaihtelevat siitä, onko järkevää ja taloudellisesti kannattavaa lähteä systemaattisesti selvittämään kaikkien kiinteistöjen hulevesien johtamisen tilannetta. Jotkut näkevät tarpeellisen selvittää kaikki tapaukset, kun taas toiset ovat sitä mieltä, että voimavarat kannattaa kohdistaa erityisesti kerros- ja rivitaloalueille, joilla on paljon enemmän vettä läpäisemätöntä pintaa kuin omakotitaloalueilla. Laitoksilla, joilla asiaa oli tutkittu, ei ole ollut ongelmaa, ettei kiinteistön omistaja antaisi lupaa tulla tontilleen tutkimaan, kuinka hulevedet on johdettu. Kaikilla laitoksilla on olemassa tai suunnitteilla hulevesistrategia, johon myös kiinteistökohtainen hulevesien hallinta usein kuuluu.

4.8 Kehitettävää

Kaikki haastatellut laitokset kokivat, että toiminnassa on edelleen kehitettävää. Kaikilla laitoksilla koettiin, että verkostoa koskevan tiedon hallinta vaatii vielä lisätyötä, jotta eri tietoja voidaan hyödyntää entistä monipuolisemmin saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa. Kolmella laitoksella oltiin sitä mieltä, että esimerkiksi kunnossapitotietoja täytyisi hyödyntää saneerausten suunnittelussa entistä paremmin. Laitokset, jotka käyttivät apuna mallinnusta, haluavat kehittää tätä toimenpidettä edelleen paremmaksi ja toimivammaksi, jotta sitä voitaisiin hyödyntää osana muuta verkostoa koskevaa tietoa.

4.9 Hyvinkään Vesi

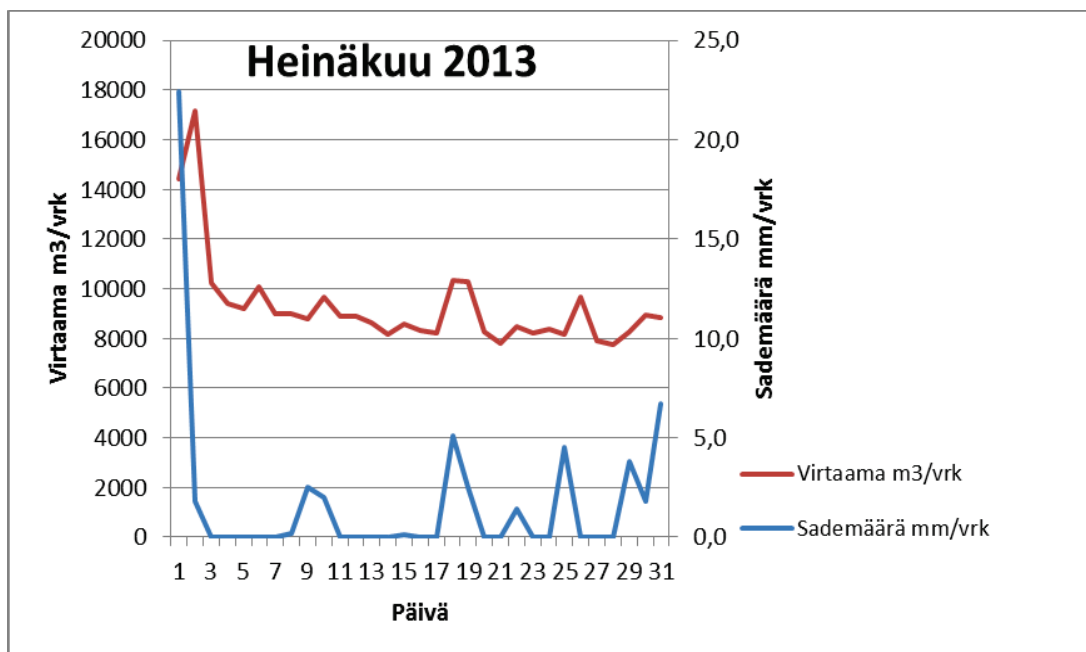
Työssä tehtiin toimenpide-ehdotus Hyvinkään Vedelle viemäriverkoston hallinnan kehittämiseksi. Hyvinkäällä on asukkaita noin 46 000 ja se sijaitsee Pohjois-Uudellamaalla. Vantaanjoki kulkee Hyvinkään kaupunkialueella noin 20 km:n matkan toimien puhdistettujen jätevesien purkuvesistönä. Pohjavesialuetta Hyvinkäällä on noin 29 km², joista suurin osa sijaitsee keskustaajamassa. Vuonna 2013 Hyvinkään Vedellä oli käytössä kaksi jätevedenpuhdistamoa. Keskuspuhdistamona toimii Kaltevan puhdistamo ja alueellisena puhdistamona Kaukasten puhdistamo. Koko kaupungin jätevesistä 40 % kulkee Veikkarin jätevedenpumppaamon kautta, loput pumppaamot sijaitsevat taajama-alueen laitamilla. Yhteensä jätevedenpumppaamoi-
ta on 33, joista kaksi pumppaamoa on Kaukasten puhdistamon verkostossa. Jätevesi kulkee verkostossa pääosin painovoimaisesti. Tällä hetkellä Hyvinkäällä on jätevesiverkostoa n. 266 km, josta sekaviemäriä n. 19 km ja paineviemäriä n. 37 km. Hulevesiverkostoa on n. 179 km. Hyvinkään Veden liikevaihto on Hyvinkään Veden toimintakertomuksen (2013) mukaan ollut noin 10,1 M€.

4.9.1 Viemäriverkoston tila

Hyvinkään Veden toimintakertomuksen (2013) mukaan vuonna 2013 uutta jätevesiverkostoa on rakennettu 2 005 m ja vanhaa saneerattu 1 295 m. Hulevesiverkostoa on rakennettu samana vuonna 3 054 m ja saneerattu 183 m. Puhdistettu jätevesimäärä vuonna 2013 on ollut 3 757 479 m³. Vuonna 2012 puhdistettu jätevesimäärä on ollut 4 417 646 m³. Ero selittyy vuoden 2013 varsin vähäsateisella kesällä ja syksyllä. Verkostoylivuotoja ja puhdistamon ohituksia vuonna 2013 oli yhteensä 887 m³/vuosi, joista Veikkarin pumppaamolta 207 m³ ja Kaltevan puhdistamolta 680 m³. Kaukasten puhdistamolla ohituksia ei ollut kyseisenä vuotena ollenkaan. Arvioitu jätevesiverkoston keski-ikä on noin 28 vuotta ja hulevesiverkoston noin 25 vuotta.

Joillakin alueilla on edelleen kaivoja, joiden kansia ei ole alun pitäenkään suunniteltu täysin vettä pitäviksi (Pekko T. 8.5.2014). Vanhoille alueille, joille on rakennettu hulevesiviemäriverkosto jälkeinpäin, on jäänyt ritiläkaivoja, joiden kautta tänäkin päivänä sade- ja lumen sulamisvesi pääsee virtaamaan suoraan jätevesiputkiin. Tällaisia kaivoja pyritään parhaillaan liittämään hulevesiverkkoon ja rakentamaan jätevesille oma kaivonsa, jolloin ylimääräisen veden määrä jätevesiviemäriässä vähenee. (Pekko T. 12.5.2014)

Hyvinkään Veden toimintakertomuksen (2013) mukaan Kaltevan puhdistamolla saavutettiin vuonna 2013 ympäristöluvan vaatimat lupaehdot. Yksi ainut puhdistamon ohitus tapahtui heinäkuun alussa rankkasateen aikana, jolloin puhdistamon käsittelylinja oli remontissa. Tuolloin vettä satoi 29 mm 1,5 tunnin aikana, eikä toisen jälkiselkeyttimen kapasiteetti riittänyt. Ohituksen määrä oli 680 m³. Muuten Kaltevan puhdistamo toimi hyvin. Alla kuvassa 9 on kuvaaja vuoden 2013 heinäkuulta. Vasemmalla pystyakselilla on virtaama m³/vrk, toisella pystyakselilla on sademäärä mm/vrk ja vaaka-akselilla on päivämäärä. Sademäärät on saatu Ilmatieteenlaitoksesta.



Kuva 9. Kaltevan jätevedenpuhdistamolle saapunut jätevesivirtaama ja sademäärät heinäkuussa vuonna 2013. Heinäkuun alussa rankkasateen aikana puhdistamon jälkiselkeyttimen ohi meni vettä 680 m³.

Kuvassa 9 nähdään selkeästi, kuinka virtaaman määrä on riippuvainen sademäärästä. Heinäkuun alussa rankkasateen aikana puhdistamolle saapuva virtaama on suuri, mutta laskee kuitenkin nopeasti sateen vähentyessä. Kuten haastatteluiden myötä todettiin, on rankkasateiden aiheuttamat virtaamapiikit ongelmallisempi kuin pitkäkestoinen intensiteetiltään vähäisempi sade.

4.9.2 Saneerauskohteiden valintaperusteet ja kunnossapito

Tällä hetkellä saneerauskohteiden valinnassa Hyvinkään Vedellä tärkeimpänä perusteena on sekaviemärin muuttaminen erillisviemäriksi. Muut kriteerit ovat verkoston ikä ja materiaali. Alueet, joilla on vanhaa betoniputkea, ovat saneerauslistalla korkealla, sillä vanhojen betoniputkien arvellaan olevan huonossa kunnossa. Saneerauskohteiden valintaan vaikuttaa osaltaan myös viemärikuvausten perusteella havaitut viat verkostossa. Hyvinkään Vedelle viemärikuvaukset tekee ulkopuolinen palveluntarjoaja ja ne kohdennetaan alueille, joilla on ilmennyt ongelmia. Mikäli kuvauksissa havaitaan vakavia vikoja, jotka heikentävät verkoston toimintaa oleellisesti, kohdennetaan saneeraus- tai korjaustoimenpiteet tällaiselle alueelle tilanteesta riippuen.

Hyvinkään Vesi tekee paljon yhteistyötä katusaneerauksen kanssa. Vuonna 2007 Hyvinkään Vesi ja kaupungin suunnitteluyksikkö pisteyttivät yhdessä mahdollisia saneerauskohteita, jolloin uusitaan sekä viemärit että vesiputket. Pisteytyksen tarkoi-

tuksena oli laittaa eri alueet tärkeysjärjestykseen tietyin perustein. Pisteytys tehtiin jokaiselle kadulle erikseen. Pisteytykseen otettiin huomioon seuraavat tiedot:

- verkoston sijainti pohjavesialueella/pohjaveden muodostumisalueella, 3 pistettä
- sekaviemäri kyseessä olevalla osuudella, 5 p
- viemärointi johtaa Veikkarin pumppaamolle, 3 p
- viemärin kuntoluokka 3 (5 p) tai 4 (10 p)
- vesijohtovuodot: pistemäärä = vuotojen lukumäärä kyseessä olevalla osuudella
- vesijohtomateriaalina teräs, 2 p
- katupinnan huono kunto 0-2 p
- kevyen liikenteen väylä puuttuu 2 p

Pohjavesialueiden rajat katsottiin OILI- paikkatietopalvelusta. Koska Veikkarin pumppaamolle menee noin 45 % koko Hyvinkään verkostoalueen jätevesistä ja kyseiseltä pumppaamolta on havaittu menevän rankkasateella ylivuotoja, on Veikkarille johtava viemärointi otettu pisteytyksessä huomioon. Viemärin kunto todettiin viemärikuvauksella. Katupinnan kunnon on selvittänyt tiemestari. Mitä korkeamman pistemäärän kukin kohde sai, sitä aikaisemmin kyseinen kohde täytyisi saneerata. Suunnittelussa otettiin karkeasti huomioon myös kustannukset. Näiden tarkoituksena oli lähinnä auttaa hankesuunnitelman laatimisessa. Koska pisteytyksestä on kulunut aikaa noin seitsemän vuotta, on Hyvinkään kaupungilla aikomuksena päivittää saneeraussuunnitelma.

Joskus käy niin, että edellisvuonna suunnitellut saneerauskohteet eivät toteudukaan yhdessä katusaneerauksen kanssa, koska kaupungilla ei ole varaa lähteä saneeraushankkeisiin mukaan. Tällaisissa tapauksissa joitakin kohteita saatetaan saneerata sujuuttamalla.

Hyvinkään Vedellä ei ole varsinaista kunnossapitosuunnitelmaa, vaan esimerkiksi viemärin huuhteluita tehdään silloin, jos viemäriässä on havaittu jokin vika, kuten esimerkiksi tukos. Vaikka varsinaista huuhtelusuunnitelmaa ei ole, pyritään koko verkosto huuhtelemaan alueittain. Verkostoa koskevia kunnossapitotietoja ei kirjata tällä hetkellä sähköisesti.

4.9.3 Verkostoa koskevan tiedon ylläpito ja verkostomallinnus

Hyvinkään Vedellä ei ole käytössä varsinaista vesihuollon verkkotietojärjestelmää. Vesihuoltoverkostoja koskevaa tietoa ylläpidetään Novapoint- suunnitteluohjelmalla, josta löytyy verkoston perustiedot sidottuna kaupunkikarttaan. Perustietoja ovat putken yksilöivä tunnistus, materiaali, halkaisija ja asennusvuodet. Järjestelmästä löytyy myös kaivojen sijainnit sekä kaivoon tulevan putken pään korkeusasema ja kaivosta lähtevän putken pään korkeusasema. Järjestelmän tietoja pyritään päivittämään aina sitä mukaa kun jokin verkostoa koskeva tieto muuttuu tai sitä tulee lisää. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi saneeraukset ja uusien alueiden rakentaminen. Järjestelmään ei tällä hetkellä kirjata ylös viemärikuvausten tuloksia, eikä myöskään viemäriverkostossa ilmenneitä häiriöitä.

Vuonna 2013 FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy on mallintanut Hyvinkään Veden sekä jätevesiviemäri- että sadevesiverkoston. Mallinnuksessa on käytetty FcgSWMM- ohjelmaa, joka on FCG:n sovellus avoimesta Storm Water Management Model (SWMM) -ohjelmasta. Jätevesiviemäriverkoston laskennallisella mallilla on arvioitu verkoston kapasiteettia nykytilanteessa ja tulevaisuudessa vuonna 2030. Hulevesiverkoston mallilla on tarkasteltu verkoston kapasiteetin riittävyyttä eripituisilla mitoitusasteilla.

FCG:n selvityksen mukaan Hyvinkään viemäriverkosto toimii hyvin lukuun ottamatta sekaviemäroityjen alueiden aiheuttamia virtaamapiikkejä. Rankkasateilla viemäriverkostossa ilmenee myös hetkellisiä kapasiteettiongelmia. Ennustetilanteessa vuonna 2030 viemäriverkoston kapasiteetin on arvioitu olevan riittävä sillä edellytyksellä, että alueiden kiinteistöt saadaan erottelemaan hule- ja jätevetensä. Hulevesimallinnuksella oli ”jo tiedossa olleiden” ongelmakohteiden lisäksi havaittu muutama muukin alue, joiden arvioitiin tulvivan mitoitusasteella kerran viidessä vuodessa. Jätevesiviemäriverkoston mallin jatkokehityksen toimenpide-ehdotuksena olivat pumppaamoiden imukaivojen korkotietojen tarkistus, teollisuuden vedenkäyttötietojen tarkistus ja mallin uudelleenkalibrointi. Mallin kalibrointia varten verkostosta täytyisi tehdä erillisiä virtaamamittauksia, mikä vaatii virtaamamittareiden asentamista verkostoon.

4.9.4 Kehittämisstrategia ja hulevesikysely

Hyvinkään toiminta-alueelle rakennetaan vuosittain n. 2 km erillisviemäriä, joko uusille tai vanhoille alueille. Uusilla alueilla kiinteistöt on saatu lähes 100 % liittymään

hulevesiverkkoon, mutta saneerausten yhteydessä vanhoilla alueilla sadevesiverkostoihin liittyy kuitenkin vain 10–15 % kiinteistöistä. Ongelmana on liittymättömyyden lisäksi myös se, ettei liittyneistä ja liittymättömistä kiinteistöistä ole tietoja. Nyt jälkikäteän asiaa joudutaan selvittämään, jotta väärät hulevesiliitokset voitaisiin irrottaa jätevesiviemäristä. Tätä varten on laadittu kehittämissstrategia, jonka toimuutta testattiin vuonna 2014.

Vuoden 2013 lopulla Hyvinkään Vesi on laatinut yhdessä muiden kaupungin yksiköiden kanssa kehittämissstrategian, jonka tavoitteena on saada kiinteistöjen hulevedet pois jätevesiviemäriverkosta. Projektin aikana pyritään selvittämään kiinteistöjä, jotka ovat virheellisesti liittyneet jätevesiviemäriin eli johtavat sinne kuulumatonta vettä katoilta ja omalta tonttialueeltaan. Projektin myötä on myös tarkoitus saada selville, mitkä ovat hyviä keinoja motivoida ja kannustaa kiinteistöjen omistajia hulevesien tarkoituksenmukaiseen hallintaan. Hulevesiverkoston liittymättömät kiinteistöt lähes poikkeuksetta johtavat katto- ja kuivatusvetensä jätevesiviemäriin. (Hyvinkään kaupunki 2013)

Ensisijaisesti kiinteistön hulevedet tulee imeyttää, mikäli maaperä on tähän suotuisaa. Mikäli tämä ei ole mahdollista, tulee kiinteistön liittyä hulevesiviemäriin alueella, jonne tällainen on rakennettu. Mikäli kiinteistön omistaja hakee hulevesiverkkoon liittymisestä vapautusta, käsitellään kukin tapaus erikseen. Sekä uusilla että vanhoilla saneerausalueilla käytetään seuraavanlaisia keinoja hulevesien irrottamisen aktivoinniksi:

1. *Sadeveden tonttijohtomaksua ei peritä jos kiinteistö liittyy sadevesiverkkoon saneerausvuonna tai sitä seuraavana vuonna.*
2. *Jos kiinteistöllä on sadevesijärjestelmä ja se voidaan liittää sadevesiverkkoon tontin rajalla pienellä muutostyöllä, kiinteistöltä ei vaadita suunnitelmia eikä niiden hyväksytystä rakennusvalvonnassa.*
3. *Jos kiinteistöllä ei ole hulevesijärjestelmää, tulee se aina suunnitella ja edetä normaalin lupamenettelyn kautta. Mikäli suunnitelmat ja lupamenettely tehdään kadun kunnallistekniikan saneerausvuonna tai sitä seuraavana vuonna elv- lausunnosta saa 50 %:n alennuksen.*
4. *Kiinteistölle määrätään korotettu jätevesimaksu kahden vuoden kuluttua alueen saneerauksen valmistumisesta alkaen, jos se edelleen johtaa hu-*

levedet jätevesiviemäriin. Korotuksen määrä on 100 %, eli asiakas maksaa jätevedestä kaksinkertaisen hinnan.

5. Kiinteistön irrottaessa katto- ja salaojavedet jätevesijärjestelmästä ja imeyttäessä ne maahan, voidaan autopihan hulevesien käsittely jättää ennalleen.

Hyvinkään Vesi on laatinut kuusi aluetta, jotka on tarkoitus käydä läpi vuosien 2014–2019 aikana. Näiden alueiden hulevesien hallintatavat on tarkoitus selvittää edellä mainittujen vuosien aikana. Toimenpiteistä ja seurauksista tiedottaminen on tärkeää, jotta jokainen osapuoli olisi ajan tasalla saneerauksen alkaessa. Hyvinkään Vesi on laatinut arvion sekä imeyttämisestä että hulevesiverkostoon liittymisestä aiheutuvista kustannuksista. Hulevesiverkkoon liittymisen on arvioitu kustantavan n. 1350 e ja imeyttämisen n. 2160 e. Hinta-arviot ovat vain suuntaa-antavia ja niihin vaikuttaa mm. oman työn osuus ja tontin olosuhteet. Alustavat kustannusarviot koskien imeyttämistä ja hulevesiverkkoon liittymistä ovat tämän työn liitteenä (Liite 3).

Vuoden 2014 kesäkuun lopulla 123 kiinteistölle lähetettiin kyselykirje, jolla tiedusteltiin salaoja- ja hulevesien johtamistapaa. Lisäksi samalla kyselyllä selvitettiin, antaako kiinteistön omistaja vesilaitokselle luvan tulla tutkimaan salaoja- ja hulevesien johtamisen tilannetta. Kyselylomake on tämän työn liitteenä (Liite 4). Hulevesikyselyyn vastasi 102 kiinteistön omistajaa eli vastausprosentti oli varsin hyvä, 83 %. Torikatu, Sillankorvankatu, Tallimiehenkatu ja Ranssunkaari ovat varsin uutta aluetta, joilla kiinteistöt ovat vastausten perusteella liittyneet hulevesiviemäriin. Tämä oli osittain tiedossa jo ennen kyselyä. Myös Suokadulla hulevesiviemäriin on liittytty hyvin tai muutoin hulevedet johdettu asianmukaisesti.

Kuten ennalta oli arvioitu, hallitaan omakotitaloalueella hulevesiä pääosin joko imeyttämällä tai johtamalla maastoon. Kyselyn tulokset on koottuna tämän työn liitteenä (Liite 5). Kyselyn perusteella omakotitaloalueella on kolme kiinteistöä, jotka johtavat hulevetensä jätevesiviemäriin. Kahdella vastaajalla oli rankkasateen aikana ongelmana, että naapurin puolelta valui vettä omalle tontille. Alustavana suunnitelmana on, että salaojavedet saa edelleen johtaa jätevesiviemäriin, sillä usein tämä tulisi kiinteistön omistajalle kalliiksi, koska useimmissa tapauksissa salaojavedet jouduttaisiin pumppaamaan hulevesiviemäriin. Mikäli jokaisen kiinteistön tonttiviläykset tutkitaan, voidaan apuna käyttää esimerkiksi kurkistuskameraa tai väriainekoetta.

Kyselyn jälkeen todettiin, että kysely kannattaa kohdistaa sellaisille rivi- ja kerrostaloalueille, joiden hulevesien johtamistapaa ei tiedetä. Tämä olisi järkevää, sillä lähes aina rivi- ja kerrostaloalueilla on runsaasti vettä läpäisemätöntä pintaa ja näin ollen, näillä alueilla muodostuu hulevettä enemmän kuin omakotitaloalueilla. Alustavasti Hyvinkään Vedellä on rakennuslupiin sisältyvistä LVI- piirustuksista selvitetty kunkin kiinteistön hulevesien johtamistapaa. Isossa-Britanniassa vuonna 2011 tonttiviemäreiden omistus on siirtynyt kiinteistön omistajalta vesilaitokselle, jolloin vesilaitos vastaa tonttiviemäreiden saneerauksista ja kunnossapidosta (Ward ym. 2014). Tällainen muutos auttaa vesilaitosta hallitsemaan paremmin tonttiviemäreitä muun verkoston ohella.

5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

5.1 Tiedot ja niiden tallentaminen

Jotta tietoa voitaisiin hyödyntää mahdollisimman laajasti, on sitä oltava riittävästi ja sen laadun on oltava riittävän hyvää. Tietojen pohjalta tehtyjen analyysien laatu ja luotettavuus riippuvat hyvin paljon lähtötietojen laadusta. Mikäli lähtötiedoissa on aukkoja, heikentävät nämä lopputulosten luotettavuutta. Olennaista on, että tiedot, esimerkiksi verkosto- ja ympäristötiedot, voidaan siirtää eri järjestelmästä toiseen, esimerkiksi paikkatietomuodossa.

Eheä ja yhtenäinen verkosto luo hyvän pohjan verkostotietojen hyödyntämiselle esimerkiksi mallinnuksessa joko sellaisenaan tai yhdistettynä muihin tietoihin. Kaikille tiedoille yhteistä on se, että ne täytyy olla sähköisessä muodossa, jolloin niiden tehokas hyödyntäminen edes teoriassa on mahdollista. Paperiversiona olevien tietojen hyödyntäminen koko verkostoa koskevissa analyyseissä, jotka vaativat suurta tietomäärää, on lähes mahdotonta.

Alla oleviin taulukoihin on koottu verkostoa koskevat tiedot ja ehdotukset, kuinka kukin tieto tulee tallentaa, jotta niiden hyödyntäminen olisi mahdollista.

5.1.1 Verkoston perustiedot ja virtaamatiedot

Verkoston putkien perustietoja ovat putken yksilöivä tunniste, sijainti, asennusvuosi, materiaali, halkaisija, kaltevuus ja pituus. Virtaamatiedot niin jätevedenpuhdistamoilta kuin verkostosta tallennetaan, jotta niitä voidaan analysoida. (Taulukko 4).

Taulukko 4. Verkoston perustietojen ja virtaamatietojen tallentaminen.

Tieto	Tiedon tallentaminen
putken yksilöivä tun- niste, sijainti, asen- nusvuosi, materiaali, halkaisija, kaltevuus ja pituus	verkkotietojärjestelmään
Kaltevan jäteveden- puhdistamon tulovir- taama	tuntitason virtaamat (m ³ /h) kerätään kuukausittain
virtaamatiedot pumppaamoilta (esim. Veikkari)	mahdollisimman tarkat, esim. tuntitason virtaamat kerä- tään kuukausittain
virtaamatiedot muu- alta verkostosta	virtaamamittareilla saadut virtaamat tallennetaan

Kaikilla vanhoilla pumppaamoilla ei ole virtaamamittaria, mutta pumppaamoita saaneerattaessa tai uusittaessa, on virtaamamittari hyvä asentaa, kuten Hyvinkään Vedellä on nykyään tehty. Hyvinkään Veden viemäriverkostosta suuri osa on joko saman pumppaamon takana olevaa viettoviemäriä tai suoraan jätevedenpuhdistamolle johtavaa viettoviemäriä. Tällaisessa tapauksessa eri alueiden vuotovesien määrän arviointia helpottaa, jos verkostossa on kiinteästi asennettuja jatkuvatoimisia virtaamamittareita ja tällaisia kannattaisikin verkostoon asentaa.

5.1.2 Talousveden kulutus ja pohjavesien pinnankorkeudet

Talousveden kulutus on oleellinen tieto, mikäli halutaan arvioida viemäriverkoston vuotoveden määrää. Tämä saadaan Hyvinkään Vedellä laskutustiedoista kaupungin-alueittain ja kortteleittain (Taulukko 5). Talousvedenkulutuksen ja jätevesivirtaamisen vertailu täytyy tehdä pumppaamoalueittain, jolloin tarkan arvion saamiseksi myös laskutetun vedenmäärä tulee olla tiedossa pumppaamoalueittain. Vuotovesilähteiden arvioimisessa myös pohjavesien korkeudet on hyvä tietää.

Taulukko 5. Pohjavesien pinnankorkeuksien tallentaminen. Talousveden kulutustiedot saadaan laskutustiedoista.

Tieto		Tiedon tallentaminen
talousveden kulutus		saadaan laskutustiedoista
pohjaveden pinnan-	korkeudet	tietoja saadaan Hyvinkäällä <ul style="list-style-type: none"> • vesilaitoshoitajilta • ely-keskukselta ➔ tiedot kerätään kuukausittain verkkotietojärjestelmään <ul style="list-style-type: none"> • päivämäärä • mittauspiste • tulos

Jotta pohjavesien korkeustietoja voidaan myöhemmin hyödyntää, on ne kerättävä samaan paikkaan päivämäärineen, mittauspisteineen ja tuloksineen. Mikäli pinnan- korkeuksia mitataan sähköisesti, voidaan myös tietojen siirto haluttaessa tehdä automatisoidusti.

5.1.3 Viemärikuvaustulokset ja kunnossapitotiedot

Viemärikuvaustulokset tallennetaan suoraan verkkotietojärjestelmään. Samoin toimitaan kunnossapitotietojen tallentamisen kanssa (Taulukko 6).

Taulukko 6. Viemärikuvaustulosten ja kunnossapitotietojen tallentaminen.

Tieto	Tiedon tallentaminen
viemärikuvaustulokset	<ul style="list-style-type: none"> • verkkotietojärjestelmään • päivämäärä • putken tunniste • putken halkaisija • putken materiaali • kuvattu katu • havaitut viat pisteytettynä VVY:n oppaan mukaan • vikojen sijainti putkessa • havaittujen vikojen sanallinen kuvaus • video ja kuvat verkkotietojärjestelmään, mikäli mahdollista
kunnossapitotiedot	<ul style="list-style-type: none"> • verkkotietojärjestelmään (myös kuva jos mahdollista) • päivämäärä • mitä tehty • tarkka sijainti (esim. putken tunniste, tarvittaessa myös osoite) • miksi toimenpide on tehty • arvio kustannuksista

Verkkotietojärjestelmään tallennetut tiedot helpottavat tietojen visuaalista esitystä, jolloin voidaan nähdä alueita, joilla on paljon huonokuntoisia viemäriputkia. Lisäksi tiedot saadaan järjestelmästä kootusti ulos yhdistettynä muihin verkoston tietoihin, jolloin niitä voidaan käyttää esimerkiksi kunnon kehittymisen mallinnuksessa.

5.1.4 Tukokset, sortumat, tulvat ja ylivuodot

Kun tapahtuneita tukoksia ja sortumia on riittävästi, pystytään arvioimaan, mitkä tekijät vaikuttavat näiden muodostumiseen. Tämä vaatii kuitenkin sen, että tiedot on koottu yhtenäisesti samaan paikkaan (Taulukko 7). Tapahtuneiden tulvien ja ylivuotojen osalta toimitaan samalla tavalla kuin muidenkin tietojen tallentamisen

kanssa. Tämän lisäksi kirjataan ylös arvioitu tulvan ja ylivuodon määrä, niiden aiheuttaja, jos tiedossa, seuraukset, tulvasta ja ylivuodosta seuranneet toimet sekä arvioidut kustannukset.

Taulukko 7. Tukosten, sortumien, tulvien ja ylivuotojen tallentaminen.

Tieto	Tiedon tallentaminen
tukokset, sortumat	<ul style="list-style-type: none"> • verkkotietojärjestelmään liitettynä putken tunnisteseen • päivämäärä • ongelman aiheuttaja, jos tiedossa • seuraukset • seuranneet toimet • arvioidut kustannukset
tulvat, ylivuodot	<ul style="list-style-type: none"> • verkkotietojärjestelmään • päivämäärä • tarkka sijainti (esim. pumppaamon tai putken tunniste, tarvittaessa lisäksi osoite) • arvioitu tulvan/ylivuodon määrä • tulvan/ylivuodon aiheuttaja, jos tiedossa • seuraukset • seuranneet toimet • arvioidut kustannukset

Tietoa tukoksien, sortumien, tulvien ja ylivuotojen kustannuksista voidaan käyttää kunnossapidon ja saneerausten suunnittelussa. Voidaan esimerkiksi arvioida, onko taloudellisesti kannattavampaa tehdä ennakoivaa kunnossapitoa (esim. huuhtelua) vai saneeraus. Kustannustietoja ja tietoja seurauksista voidaan hyödyntää seurausten vakavuuden arvioinnissa.

5.1.5 Asiakasvalitukset ja muut havainnot

Asiakasvalitusten kirjaaminen tarkasti ylös voi auttaa verkoston ongelmien ja niiden syiden ja seurausten ymmärtämisessä. Asiakasvalitukset merkitään verkkotietojärjestelmään (Taulukko 8). Myös muiden havaintojen, kuten esimerkiksi korjaustöiden

yhteydessä tehdyt havainnot pohjaveden tasosta, tallentaminen on erityisen hyödyllistä.

Taulukko 8. Asiakasvalitusten ja muiden havaintojen tallentaminen.

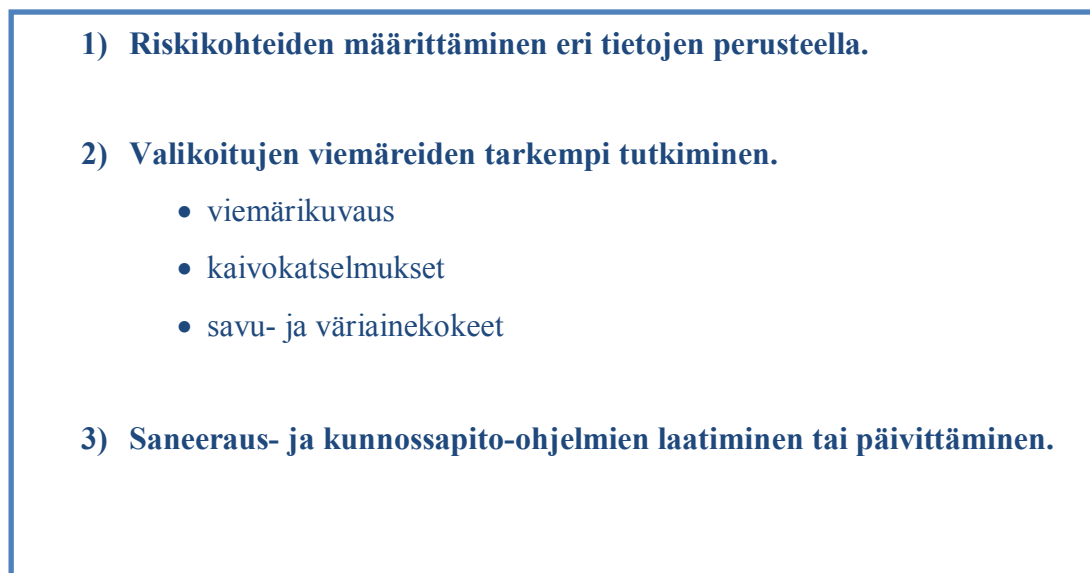
Tieto	Tiedon tallentaminen
asiakasvalitukset	<ul style="list-style-type: none"> • verkkotietojärjestelmään • päivämäärä • valituksen aihe • tarkka sijainti (osoite, putken tunnus- te) • onko ongelma tontin vai kadun puo- lolla • ongelman aiheuttaja • ongelman aiheuttajan sijainti (esim. tukos katuviemärissä) • seuraukset • seuranneet toimet • mahdolliset kustannukset
muut havainnot	<ul style="list-style-type: none"> • verkkotietojärjestelmään • päivämäärä • havainto • havainnon tekijä • tarkka sijainti • muu oleellinen tieto

Asiakasvalitukset ja muut havainnot yhdessä muiden tietojen kanssa auttaa vesilaitosta saneerausten ja kunnossapitotoimien suunnittelussa. Asiakasvalitusten perusteella voidaan esimerkiksi kartoittaa alueita, joilla hule- ja vuotovedet aiheuttavat eniten ongelmia.

Yhtenä toimenpide-ehdotuksena on, että Hyvinkään Vesi hankkisi varsinaisen verkkotietojärjestelmän (esim. Teklan Trimble NIS, Keypron KeyAqua). Uuden järjestelmän myötä tietojen hallinta ja hyödyntäminen helpottuisivat. Esimerkiksi mobiilisovelluksen avulla asentajat näkisivät suoraan kentältä karttatiedot, eikä niitä tarvitsi erikseen hakea tai pyytää paperiversiona.

5.2 Toimintamalli ongelmakohtien kartoittamiseksi

Tässä luvussa esitellään toimintamalli, jonka tarkoituksena on tukea hule- ja vuotovesien vähentämistä ja viemäriverkoston ongelmakohtien kartoittamista. Malli on jaettu kolmeen päävaiheeseen (Kuva 10).



Kuva 10. Toimintamalli, jonka tarkoituksena on tukea hule- ja vuotovesien vähentämistä ja viemäriverkoston ongelmakohtien kartoittamista.

1) Arvioidaan alueelliset vuotovesimäärät ja kartoitetaan alueet, joilla hule- ja vuotovedet aiheuttavat eniten ongelmia. Pyritään kartoittamaan myös muut viemäriverkoston ongelmakohdat.

Jaetaan verkosto osiin käyttäen apuna laskutettua vesimäärää, jätevesivirtaamia ja sademääriä. Ensimmäisessä vaiheessa verrataan laskutettua vesimäärää virtaamatietoihin ja arvioidaan sateen vaikutus virtaamiin. Mikäli verkoston jakaminen osiin ei onnistu, eli toisin sanoen verkostossa on paljon alueita, joiden jätevesivirtaamia ei tarkalleen tiedetä, on tällaisessa tilanteessa syytä harkita jatkuvatoimisten virtaamamittareiden asentamista verkostoon, joiden virtaamaluoksia voidaan hyödyntää myös hydraulisen mallin kalibroinnissa. Lisäksi voidaan joitakin alueita kartoittaa erillisellä vuotovesiselvityksellä. Tärkeitä kysymyksiä ensimmäisessä vaiheessa ovat:

- Mistä verkoston alueilta hule- ja vuotovesiä tulee eniten?
- Millä verkoston alueilla hule- ja vuotovedet aiheuttavat eniten ongelmia hydraulisen mallinnuksen, asiakasvalitusten, tulvimis- ja ylivuototietojen perusteella?

- Millä alueella esimerkiksi ylivuodot ja tulvat aiheuttavat eniten ympäristö- ja terveyshaittoja (esim. luonnonsuojelualueet, tärkeät vesistöt, uimarannat, pohjavesialueet)?
- Mikä verkoston osuus johtaa pumppaamolle, josta menee paljon ylivuotoja vesistöön?
- Mitkä ongelmat johtuvat nimenomaan hule- ja vuotovesien liian suuresta määrästä?
- Onko verkostossa alueita, joilla hule ja vuotovesistä voi olla jopa hyötyä viemärin huuhtoutuvuuden kannalta (esimerkiksi verkoston latva-alueet tai alueet, joilla tukoksia ilmenee paljon)?
- Onko mahdollista, että pohjavettä pääsee virtaamaan jätevesiviemäriin eli pohjavedenpinta on korkeammalla kuin viemärin asennussyvyys?
- Missä ilmenee tukoksia tai sortumia? Ilmeneekö näitä esimerkiksi tietynlaisessa maaperässä? Mikä tukoksia ja sortumia aiheuttaa? Millaisissa putkityypeissä tukoksia ja sortumia ilmenee eniten?
- Aiheutuuko jonkun viemäriosuuden kunnossapidosta niin paljon kustannuksia tai merkittäviä riskejä, että kyseinen osuus olisi syytä ottaa tarkempaan tarkasteluun?
- Voidaanko viemärikuvaustulosten perusteella arvioimaan, mitkä tekijät vaikuttavat putkityyppien kunnon huonontumiseen?

2) **Tutkitaan valikoitujen alueiden ja yksittäisten kohteiden viemärin rakenteellinen ja toiminnallinen kunto. Lisäksi pyritään tarkemmilla tutkimuksilla selvittämään vuotojen lähde mahdollisimman tarkasti.** Rakenteellista ja toiminnallista kuntoa voidaan tutkia viemärikuvauksella. Vuotojen lähteitä voidaan selvittää viemärikuvauksen ohella kaivokatseluksilla. Valikoiduilla alueilla vuotojen lähteitä voidaan selvittää savu- ja väriainekokeilla. Virheellisten tonttiliitosten etsinnässä väriainekokeiden on todettu toimivan savukokeita paremmin.

3) **Saneeraus- ja kunnossapito-ohjelmat.**

Tietojen pohjalta laaditaan tai päivitetään saneeraus- ja kunnossapito-ohjelmat.

6 TUTKIMUKSEN YHTEENVETO JA POHDINTA

Verkostoa ja sen ympäristöä koskevaa tietoa voidaan hyödyntää monipuolisesti sekä kuntotutkimusten, saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa että hule- ja vuotovesien hallinnassa. Haastatteluiden perusteella verkostoa koskevan tiedon tallentamisessa ja sen hyödyntämisessä esimerkiksi viemäriverkoston saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa on merkittäviä eroja laitosten välillä. Osa haastatelluista laitoksista tallentaa lähes kaikki verkostoa koskevat tiedot, kuten viemärikuvaustulokset ja ilmenneet häiriöt verkkotietojärjestelmään ja hyödyntää näitä saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa. Kaikki laitokset kokivat, että eri tietoja voisi hyödyntää nykyistä tehokkaamminkin viemäriverkoston hallinnassa.

Suurella osalla laitoksista verkoston ikä on määräävä tekijä saneerauskohteita valittaessa. Tämä ei kuitenkaan aina kohdista saneerauksia optimaalisesti, sillä asennusvuosi ei välttämättä kuvaa putken todellista kuntoa. Jotta vesilaitoksen omia tietoja voitaisiin hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti sekä kuntotutkimusten, saneerausten ja kunnossapidon suunnittelussa että hule- ja vuotovesien hallinnassa, täytyy sitä olla riittävän paljon ja oikein tallennettuna. Tästä syystä tässä työssä laadittiin toimenpide-ehdotukset liittyen tietojen tallentamiseen ja hyödyntämiseen.

Tietojen hyödyntämisen kannalta olennaista on, että tiedot tallennetaan sähköisesti ja ne voidaan siirtää, esimerkiksi paikkatietomuodossa. Kirjallisuuden perusteella esimerkiksi tietoisuus erilaisten putkityyppien kunnon huonontumiseen vaikuttavista tekijöistä auttaa kohdentamaan viemärikuvauksia entistä paremmin. Tämä edellyttää viemärikuvaustulosten, putken ominaisuuksien ja ympäristötietojen yhdistämistä. Tietojen avulla voidaan myös mallintaa häiriöitä, löytää tekijöitä, jotka vaikuttavat häiriöiden syntyyn sekä arvioida häiriöiden seurausten vakavuutta. Olennaista onkin tarkastella rinnakkain eri tietojen avulla hule- ja vuotovesien määrää, verkostossa ilmeneviä ongelmia sekä niiden aiheuttajia ja seurauksia.

Työssä esitettyjen toimenpiteiden toteutumista edesauttaa vesilaitosten tietoisuuden lisääminen eri tietojen tallentamisen ja hyödyntämisen mahdollisuuksista. Tietojen tallentamista helpottaa, että verkkotietojärjestelmää ylläpitää useampi henkilö, jolloin työmäärä ei kasva liian suureksi yhdelle ihmiselle. Myös toimiva tiedonkulku on tärkeää, jotta kaikki tarpeellinen tieto esimerkiksi asentajilta saadaan tallennettua. Tähän saattaisi olla apua siitä, että tietoja pystyisi tallentamaan verkkotietojärjestel-

mään kaukokäyttöisesti. Virtaamamittareiden asentaminen verkostoon on kannattavaa, jotta vuotavimpia verkoston alueita voidaan selvittää. Virtaamatietojen laadun tarkistaminen ja mahdollisesti automatisoitu tietojen siirto edesauttavat niiden tehokasta hyödyntämistä.

LÄHTEET

- Arthur, S., Crow, H., Pedezert, L., Karikas, N. 2009. The holistic prioritisation of proactive maintenance. *Water Science and Technology*. Vol. 59:7. S. 1385-1396.
- Bauer, R., Herz, R. 2002. Selective inspection planning with ageing forecast for sewer types. *Water Science and Technology*. Vol. 46:6-7. S. 389-396.
- Betoniviemärit. 2003. Betoniviemärit 2003- käsikirja. Rakennusteollisuus RT ry. Betonteollisuustoimiala. Suomen betonitieto Oy. ISBN 952-5075-51-6.
- Black&Veatch. 2014. 2014 Strategic Directions:U.S. Water Industry.
- Davies, J.P., Clarke, B.A., Whiter, J.T., Cunningham, R.J. 2001. Factors influencing the structural deterioration and collapse of rigid sewer pipes. *Urban Water*. Vol. 3:1-2. S. 73-89.
- Dirksen, J., Clemens, F.H.L.R. 2008. Probabilistic modeling of sewer deterioration using inspection data. *Water Science and Technology*. Vol. 57:10. S. 1635-1641.
- Drains IOM. All Isle of Man coverage. Viitattu 9.6.2014. Saatavilla: http://www.drainsiom.com/service_page_218390.html
- Fenner, R.A., Sweeting, L. 1999. A decision support model for the rehabilitation of “non-critical” sewers. Elsevier Science Ltd. *Water Science & Technology*. Vol. 39:9. S. 193-200.
- Haapakoski, T. 2014. Vesihuollon saneerausinvestointien strateginen ohjaus. *Vesitalous* 2/2014. Ympäristöviestintä YVT Oy. ISSN 0505-3838.
- Hafskjold, L., König, A., Saegrov, S., Schilling, W. 2003. Improved assessment of sewer pipe condition. *CityNet2004*. 19. European Junior Scientist Workshop.
- Harju, Katri. 2009. Vuotovedet ja niiden seuraukset jätevesiviemärissä. Vuotovesien määrän vähentäminen. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. 38 S.
- HE 218/2013. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi vesihuoltolain sekä maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta. 100 s. Viitattu 7.5.2014. Saatavilla: [http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/?\\$APPL=akirjat&\\$BASE=akirjat&\\$THWIDS=0.44/1399454684_68085&\\$TRIPPIFE=PDF.pdf](http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/?$APPL=akirjat&$BASE=akirjat&$THWIDS=0.44/1399454684_68085&$TRIPPIFE=PDF.pdf)

Hietanen, T. 2008. Viemäriverkoston alueellisen vuotovesimäärän selvittäminen. Diplomityö. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. 97 S.

Hoes, O.A.C., Schilperoort, R.P.S., Luxemburg, W.M.J., Clemens, F.H.L.R., Van de Giesen, N.C. 2009. Locating illicit connections in storm water sewers using fiber-optic distributed temperature sensing. *Water Research*. Vol. 43:20. S. 5187-5197.

Hyvinkään kaupunki. 2013. Tekniikan ja ympäristön toimiala. Hulevesien määrän vähentäminen jätevesiviemäriissä. Kehittämisstrategia. Hyvinkään Vesi. 6 s.

Hyvinkään Vesi. 2013. Hyvinkään Veden toimintakertomus 2013.

Joel Loka. Viemäreiden savukoe. Viitattu 11.7.2014. Saatavilla: www.joeloka.fi

Karttunen, E. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki. Opetushallitus. 297 s. ISBN 952-13-0407-3.

Karpp, C., Krebs, P. 2004. Sewers as drainage systems- quantification of groundwater infiltration. *Techniques and Strategies in Urban Water*. S. 969-975.

Karpp, C., Krebs, P. 2011. Quantification of groundwater infiltration and surface water inflows in urban sewer networks based on multiple model approach. *Water Research*. Vol. 45:10. S. 3129-3136.

Kolehmainen, R., Kuivamäki, R. 2011. Kaksi ongelmaa, yksi ratkaisu? Vesihuolto- liiketoiminnan valvonnan tarve ja tavoitteet. *Vesitalous* 5/2011. Ympäristöviestintä YVT Oy. ISSN 0505-3838.

Kuntaliitto, 2012. Hulevesiopas. Suomen Kuntaliitto. Helsinki. ISBN 978-952-213-896-5.

Laakso, T. 2014. Riskianalyysistä apua verkostosaneerausten kohdentamiseen. *Vesitalous* 2/2014. Ympäristöviestintä YVT Oy. ISSN 0505-3838.

Luomanen, T., Hanski, J., Oulasvirta, L. 2012. Vesihuoltoverkoston kunnon ja arvon määrittäminen. VTT. 64 s. VTT-R-08119-12.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2008. Vesihuoltoverkostojen nykytila ja saneeraustarve. YVES- tutkimuksen päivitys. FCG Planeko Oy. 2312-C9259.

Muoviteollisuus Ry. Muoviputket. Ympäristölle kestävä ratkaisu. Putkijaoston julkaisu nro. 38. Viitattu 7.8.2014. Saatavilla: http://www.pipelife.fi/media/fi/sidosryhmajulkaisut/Muoviputket_ympopas.pdf.

Riihinen, H. 2011. Verkostomallinnus. Vesihuolto- nuoret. FCG. Viitattu 12.6.2014. Saatavilla: <http://www.vvy.fi/files/1569/Verkostomallinnus.pdf>

Savic, D., Giustolisi, O., Berardi, L., Shepherd, W., Djordjevic, S., Saul, A. 2006. Modelling sewer failure by evolutionary computing. Water Management. Vol. 159:2. S. 111-118.

Samples, I.F., Zhang, Z. 2000. Controlling sanitary sewer overflows by preventive maintenance- a battle against nature. Environmetrics. Vol. 11:4. S. 449–462.

Seppinen, J. 2010. Sekaviemärijärjestelmän hulevesikuormituksen vähentäminen. Diplomityö. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos.

SFS-ISO 31000. 2011. Riskienhallinta. Periaatteet ja ohjeet. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto. 53 s.

Smolander, A. 2014. Jätevesiverkoston vuotovesiselvitys mallinnuksen avulla. FCG. Esitelmä saatu sähköpostilla 11.6.2014.

TS-yhtymä Oy. 2004. Savutesti erottaa luvattomat viemäriliitokset oikeaoppisesti. Turun Sanomat. Verkkouutinen. Viitattu 11.7.2014. Saatavilla: <http://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/1073972201/Savutesti+erottaa+luvattomat+viemari+liitokset+oikeaoppisista>

Tuomari, D.C., Thompson, S. 2004. “Sherlocks of stormwater” effective investigation techniques for illicit connection and discharge detection. Proceedings of the Water Environment Federation. Water Environment Federation. S. 1252-1259.

Ugarelli, R., Kristensen, S.M., Röstum, J., Saegrov, S., di Federico, V. 2009. Statistical analysis of blockages-prediction formulae for the wastewater network of Oslo by evolutionary computing. Water Science and Technology. Vol.59:8. S. 1457–1470. IWA Publishing.

Vesilaitosyhdistys. 2005. Viemäreiden TV-kuvauksen tulkintaohje. VVY:n julkaisusarjoja. Viitattu 12.6.2014. Saatavilla:

http://www.vvy.fi/julkaisut_ansiomerkit/julkaisusarja/viemareiden_tv-kuvauksen_tulkintaohje.391.news?150_o=40

Vesilaitosyhdistys. 2011. Vesihuollon toimintavarmuus ja hyvät palvelut turvataan parhaiten riittävän suurissa itsenäisissä vesihuoltolaitoksissa. Kannanotto 6.10.2011.

Vuove- insinöörit Oy. Viitattu 21.7.2014. Saatavilla: <http://www.vuove.fi/>

Ward, B., Selby, A., Gee, S., Rosser, S., Savic, D. 2014. Assessing impacts of the private sewer transfer on UK utilities. Infrastructure Asset Management. Vol. 1:2. S. 23-33.

Wirahadikusumah, R., Abraham, D.M., Iseley, T., Prasanth, R. K. 1998. Assessment technologies for sewer system rehabilitation. Automation in Construction. Vol. 7:4. S. 259–270.

Henkilökohtainen tiedonanto. Pekko, T. Verkostopäällikkö. Hyvinkään Vesi. 8.5.2014.

Henkilökohtainen tiedonanto. Pekko, T. Verkostopäällikkö. Hyvinkään Vesi. 12.5.2014.

Liite 1: Vesihuoltolaitosten haastatteluun osallistuneet

Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut, HSY 13.6.2014

- Osastonjohtaja Ari Melakari
- Verkkopalveluyksikön päällikkö Pentti Janhunen

Lahti Aqua Oy 27.6.2014

- Suunnitteluinsinööri Jyrki Hiltunen

Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy 27.5.2014

- Suunnittelupäällikkö Jarno Laine

Riihimäen Vesi 28.5.2014

- Vesihuoltoinsinööri Sirpa Aulio

Keravan Vesihuolto 26.5.2014

- Vesi- ja viemäriliitokset, verkoston kunnossapito Kari Turunen

Liite 2: Vesihuoltolaitosten haastattelun teemat

- 1) Viemäriverkoston tila ja saneerauskohteiden valinta
- 2) Verkoston kunnan kehittymiseen vaikuttavat tekijät ja kunnossapitotoimenpiteet
- 3) Vuotovesiselvitykset ja vuotovesien vähentäminen
- 4) Verkostoa koskevan tiedon ylläpito
- 5) Virtaamatiedot ja verkostomallinnus
- 6) Kiinteistöjen liittyminen hulevesiviemäriin
- 7) Kehitettävää

Liite 3: Kustannusarviot hulevesien imeyttämisestä ja hulevesiverkkoon liittymisestä

1. Hulevesiverkkoon liittyminen.

Esimerkissä on lähdetty tilanteesta, jossa kiinteistöltä puuttuu hulevesijärjestelmä, mutta salaojajärjestelmä on rakennettu.

Toimenpide	Kustannusarvio (€)
Suunnittelu	250
Lupamaksu	100
Rännikaivot, 4 kpl	50
Hulevesiputket, d 160, 40 m	150
Perusvesikaivo	400
Kaivu- ja peitto, 6 h	400
yhteensä	1350 (sis. alv)

Lisäkustannuksia syntyy mm. seuraavista tekijöistä riippuen oman työn määrästä sekä tontin olosuhteista:

- Asennus
- Rahti
- Salaojajärjestelmä
- Rakennuttaminen ja valvonta

Vastaavasti kilpailuttamalla työt ja tarvikkeet kokonaishinta alenee.

2. Imeyttäminen.

Esimerkissä on lähdetty tilanteesta, jossa kiinteistöltä puuttuu hulevesijärjestelmä, mutta salaojajärjestelmä on rakennettu. Imeytysjärjestelmä rakennetaan tehdasvalmisteisista hulevesitunneleista, joiden kokonaistilavuus on 1,2 m³.

Toimenpide	Kustannusarvio(€)
Suunnittelu	350
Lupamaksu	100
Rännikaivot, 4 kpl	50
Hulevesiputket, d 160, 15 m	60
Perusvesikaivo	400
Tunnelielementit, 4 kpl, 0,3 m ³ /kpl	520

Päätylevyt, 2kpl	130
Suodatinkangas, 20 m ²	20
Tarkastusputki- ja kansi, d 200 mm, pituus 1m	100
Sepeli, 1 m ³	30
Kaivu- ja peitto, 6 h	400
yhteensä	2160 (sis. alv)

Lisäkustannuksia syntyy mm. seuraavista tekijöistä riippuen oman työn määrästä sekä tontin olosuhteista:

- Asennus
- Rahti
- Ylijäämämaiden poisvienti
- Rakennuttaminen ja valvonta

Vastaavasti kilpailuttamalla työt ja tarvikkeet kokonaishinta useimmiten alenee.

Liite 4: Hulevesikyselyn kyselylomake**KIINTEISTÖN OMISTAJA**

Kiinteistön omistaja:

Kiinteistön osoite:

KIINTEISTÖN SALAOJAT JA SADEVEDET, RASTITA SOPIVA VAIHTOEHTOOnko rakennuksissa kellaritiloja? on ☐ ei ole ☐Onko rakennuksen pohja salaojitettu? on ☐ ei ole ☐Mihin salaojavedet on ohjattu? maastoon ☐imeytetään tontilla ☐kaupungin jätevesiviemäriin ☐kaupungin sadevesiviemäriin ☐Onko kiinteistöllä sadevesien keräysjärjestelmä? on ☐ ei ole ☐Mihin sadevedet on ohjattu? maastoon ☐imeytetään tontilla ☐kaupungin jätevesiviemäriin ☐kaupungin sadevesiviemäriin ☐

Saako vesilaitos tutkia hulevesien johtamisen kiinteistöllänne?

kyllä ☐ ei ☐**MUUTA HUOMIOITAVAA**

Yhteyshenkilö:

Osoite:

Puhelin: _____ Sähköposti:

Päiväys: _____._____.2014 Allekirjoi-
tus: _____

Liite 5: Yhteenveto hulevesikyselyn tuloksista

Hulevesikysely, kesäkuu 2014						
Sadevedet ohjattu:						
	Maastc	Imeytt	Jätevesiviem	Sadevesiviemä	Tutkintal	Huomioitavaa
1		x			kyllä	
2			x		ei	
3						ei vastattu kyselyyn
4			x		kyllä	
5						ei vastattu kyselyyn
6					kyllä	ei tiedä
7						ei vastattu kyselyyn
8			x		kyllä	talon 14 vedet tulee meidän viemärikaivoon
9				x	kyllä	
10			x		kyllä	
11			x		kyllä	tonttimme on naapureita alempana, keväällä usein tulvaongelma, informoitu kaupunkia
12				x	kyllä	
13				x	kyllä	
14				x	kyllä	Kutojankadun tontit ylempänä kuin meidän, hulevedet valuu meille takarajalle avo-ojaan
15			x		kyllä	
16					kyllä	ei tiedä
17						imeyttää syksyyn mennessä
18						ei vastattu kyselyyn
19		x			kyllä	
20				x	kyllä	
Sadevedet ohjattu:						
	Maastc	Imeytt	Jätevesiviem	Sadevesiviemä	Tutkintal	Huomioitavaa
1			x		kyllä	
2						ei vastattu kyselyyn
3		x	x		kyllä	
4						ei vastattu kyselyyn
5				x	kyllä	
6		x			kyllä	
7			x	x	kyllä	liitetty sadevesiviemäriin Kutojankadun saneerauksen yhteydessä
8		x	x		kyllä	
9		x	x		kyllä	
10			x		kyllä	
11				x	kyllä	
12						täysi sadevesi- ja salaojaremontti tehty 2013 kaupungin ohjeiden mukaisesti
13			x		kyllä	
14			x		kyllä	
15		x	x		kyllä	tutkinta omistajan läsnäollessa
16		x	x		kyllä	
17			x	x	kyllä	
18			x		kyllä	
19		x		x	tyhjää	sadevedet menevät naapurin tontille rankkasateen aikana,rajoja umpeutunut
20			x		kyllä	
21		x	x		kyllä	tontin takaosaan suuri vesilammikko rankkasateen aikana
22			x		kyllä	
23						ei vastattu kyselyyn
24			x			
25						ei vastattu kyselyyn
26					kyllä	ei tiedä
27		x			kyllä	
28		x			kyllä	ei tiedä,onko liittynyt sadevesiviemäriin
29			x		kyllä	
30		x	x		kyllä	
31			x		kyllä	
32						ei vastattu kyselyyn
33				x	kyllä	
34				x	kyllä	
35			x		kyllä	koira vapaana pihalla
36				x	kyllä	
37			x		kyllä	
38						ei vastattu kyselyyn
Sadevedet ohjattu:						
	Maastc	Imeytt	Jätevesiviem	Sadevesiviemä	Tutkintal	Huomioitavaa
1			x		tyhjää	
2				x	kyllä	
3				x	kyllä	ei ole varma
4				x	kyllä	
5				x	kyllä	hulevedet sadevesijärjestelmään syksyllä 2014
6			x		kyllä	
7						ei vastattu kyselyyn
8					kyllä	ei tiedä
9				x	kyllä	asia ok, vuonna 1989 asiasta sovittu?
10			x		tyhjää	
11					kyllä	ei tiedä
12					ei	ei tiedä
13						ei vastattu kyselyyn
14			x		kyllä	
15			x	x	kyllä	liittyy sadevesiviemärrin, mikäli liitos olisi tehty tontille
16				x	kyllä	
17						ei vastattu kyselyyn
18			x		kyllä	
19			x		kyllä	